



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 SISl
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Schlussbericht Nr. 2409 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall des Flugzeu-
ges Tecnam P2002-JF, HB-KOP,

vom 9. August 2021

Flugplatz Grenchen (LSZG)

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. September 2023 (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. Juli 2024 (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 + 2 h.

Zusammenfassung

Luftfahrzeugmuster	Tecnam P2002-JF			HB-KOP
Halter	Air-Club d'Yverdon-les-Bains, chemin de l'Aérodrome 2, 1400 Yverdon-les-Bains			
Eigentümer	Air-Club d'Yverdon-les-Bains, chemin de l'Aérodrome 2, 1400 Yverdon-les-Bains			
Fluglehrer	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1973			
Ausweis	Verkehrspilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Airline Transport Pilot Licence Aeroplane</i> – ATPL(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	4607 h	während der letzten 90 Tage	60 h
	auf dem Vorfalldatum	22 h	während der letzten 90 Tage	20 h
Flugschüler	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1971			
Ausweis	Keine			
Flugstunden	insgesamt	28:38 h	während der letzten 90 Tage	28:14 h
	auf dem Vorfalldatum	28:38 h	während der letzten 90 Tage	28:14 h
Ort	Flugplatz Grenchen (LSZG)			
Koordinaten	---		Höhe	--- m/M
Datum und Zeit	9. August 2021, 14:28 Uhr			
Betriebsart	Schulung			
Flugregeln	Sichtflugregeln (<i>Visual Flight Rules</i> – VFR)			
Startort	Flugplatz Grenchen (LSZG)			
Zielort	Flugplatz Grenchen (LSZG)			
Flugphase	Start und Steigflug			
Art des schweren Vorfalles	Rauchentwicklung im elektrischen System			
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	0	0	0	0
Schaden am Luftfahrzeug	Leicht beschädigt			
Drittschaden	Keiner			

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Die Beschreibung des Hergangs basiert auf den Aussagen des Fluglehrers und der Platzverkehrsleitstelle.

1.1.2 Vorgeschichte

Der Fluglehrer und sein Flugschüler führten am Vormittag des 9. August 2021 mit dem Motorflugzeug Tecnam P2002-JF, eingetragen als HB-KOP, einen Ausbildungsflug von Yverdon nach Grenchen durch. Nach der Mittagspause plante die Besatzung, in Grenchen einige Platzrunden (*circuits*) zu fliegen, um Landungen zu üben. Anschliessend war der Rückflug nach Yverdon geplant.

1.1.3 Flugverlauf

Um 14:26 Uhr startete die HB-KOP auf der Piste 24 des Flugplatzes Grenchen. Unmittelbar nach dem Abheben bemerkte die Besatzung schwarzen Rauch, der aus der unteren rechten Ecke des Instrumentenpanels heraustrat. Der Fluglehrer übernahm das Steuer und leitete unverzüglich eine Umkehrkurve auf die Piste 06 ein und informierte die Platzverkehrsleitstelle (*tower*) entsprechend. Die Landung auf der Piste 06 erfolgte um 14:29 Uhr. Nach der Landung verliess die HB-KOP eigenständig die Piste über den Rollweg D und rollte zum Parkplatz, wo die Flugplatzfeuerwehr die Besatzung und das Flugzeug in Empfang nahm. Weder der Fluglehrer noch der Flugschüler wurden bei diesem schweren Vorfall verletzt.

1.2 Angaben zum Luftfahrzeug

1.2.1 Allgemeine Angaben

Eintragungszeichen	HB-KOP
Luftfahrzeugmuster	Tecnam P2002-JF
Charakteristik	Einmotoriges, zweisitziges Flugzeug mit Kolbenmotorantrieb und Festpropeller, ausgeführt als Tiefdecker in Verbundstoffbauweise, Festfahrwerk mit Bugradanordnung
Hersteller	Costruzioni Aeronautiche Tecnam S.R.L.
Baujahr	2006
Werknummer	045
Halter	Air-Club d'Yverdon-les-Bains, chemin de l'Aérodrome 2, 1400 Yverdon-les-Bains
Eigentümer	Air-Club d'Yverdon-les-Bains, chemin de l'Aérodrome 2, 1400 Yverdon-les-Bains
Triebwerk	1x BRP-Rotax GmbH & Co KG, Rotax 912 S2

1.2.2 Technische Feststellungen

Das Flugzeug wurde nach dem schweren Vorfall durch den Wartungsbetrieb untersucht und repariert. Dabei wurden folgende Defekte festgestellt:

- Die beiden Kondensatoren mit je einer Kapazität von 22 000 μF , die für eine korrekte Funktionsweise des Reglergleichrichters (*rectifier regulator*) sorgen, sind in einer Parallelschaltung auf der Kabinenseite des Brandschotts montiert. Beide Kondensatoren waren geborsten.
- Die betroffenen Kondensatoren wurden im März 2019 eingebaut und waren seither ca. 500 Betriebsstunden in Gebrauch.

- Die 50-A-Sicherung des Reglergleichrichters war ebenfalls durchgebrannt. Der Wartungsbetrieb wechselte daraufhin die beiden Kondensatoren, die 50-A-Sicherung und den Reglergleichrichter aus.

Danach wurde das Flugzeug einer Funktionskontrolle unterzogen, die keine Anomalien zu Tage brachte. Das Flugzeug wurde anschliessend wieder zum Verkehr freigegeben.

1.2.3 Weitere Zwischenfälle mit identischem Sicherheitsdefizit

Im Jahr 2013 gab es einen ähnlichen schweren Vorfall mit dem zweisitzigen Motorflugzeug des gleichen Baumusters, eingetragen als HB-KPB, nordwestlich des Flughafens Genf. Im zugehörigen Schlussbericht [Nr. 2252](#) ging die SUST ausführlich auf die Problematik mit den Kondensatoren ein und wies auf deren Auswirkungen auf die Flugsicherheit bei einem Versagen hin. In diesem Schlussbericht wurde im Jahr 2015 die Sicherheitsempfehlung [Nr. 501](#) ausgesprochen. Im Jahr 2017 kam es zu einer weiteren vergleichbaren Rauchentwicklung in einem Flugzeug des gleichen Baumusters. Da zu diesem Zeitpunkt die Sicherheitsempfehlung [Nr. 501](#) bezüglich des identischen Sicherheitsdefizits von den Aufsichtsbehörden nicht umgesetzt worden war, verzichtete die SUST in ihrem Schlussbericht [Nr. 2326](#) auf weitere Sicherheitsempfehlungen dazu.

Der Hersteller des Flugzeuges (Tecnam S.p.a.) hat im Jahre 2015 eine Begrenzung der Lebensdauer für die Kondensatoren von 4 Jahren / 1000 Betriebsstunden im *Aircraft Maintenance Manual* (AMM) eingeführt. Der Hersteller war nicht in der Lage, Angaben zu weiteren Fällen von Problemen mit den Kondensatoren und deren Handhabung zu machen.

1.3 Meteorologische Angaben

1.3.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz befand sich am Rande eines Tiefs mit Kern über Schottland. Im Bodendruckfeld waren die Druckgegensätze über Mitteleuropa gering.

1.3.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des schweren Vorfalls

Das Wetter war trocken. Kräftiger Höhenwind aus Südwest führte ausgedehnte Felder von Altostratus über den Jura, was zu einem bedeckten Himmel und fahlem Sonnenlicht führte. In Oeschberg-Koppigen betrug die Sichtweite 20 km, auf dem Chaumont 70 km und mehr.

Wetter	trocken
Wolken unterhalb der MSA	1/8 – 2/8 auf 4500 ft AAE ¹
Sicht	10 km oder mehr
Wind	250 Grad, 5 Knoten, in Böen bis 8 Knoten.
Temperatur und Taupunkt	21 °C / 12 °C
Luftdruck	QNH ² : 1021 hPa
Gefahren	keine

1.3.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 204°	Höhe: 56°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

¹ Über Flugplatzbezugshöhe (*Above Aerodrome Elevation – AAE*)

² Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO-Standardatmosphäre; ICAO: *International Civil Aviation Organization*

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Die beiden Kondensatoren, die für eine korrekte Funktionsweise des Reglergleichrichters sorgen, sind in einer Parallelschaltung auf der Kabinenseite des Brand-schotts montiert. Sobald einer der beiden Kondensatoren zerbricht, wird der verbleibende Kondensator in den allermeisten Fällen so stark beansprucht, dass auch dieser nach kurzer Zeit zerplatzt. Als Folge davon ist das elektrische System von diesem Moment an nur noch über die Batterie gespeist

Die Problematik mit den Kondensatoren, die bei Motoren des Herstellers Rotax eingesetzt werden, und deren Möglichkeit zu versagen, ist schon seit mehreren Jahren bekannt. Die starke Rauchentwicklung, welche beim Zerbrechen solcher Kondensatoren entsteht, stellt ein erhebliches Risiko für die Flugsicherheit dar und kann bei längerer Exposition zu Gesundheitsschäden führen. Wie der vorliegend untersuchte Fall zeigt, ist das in den beiden Schlussberichten [Nr. 2252](#) und [Nr. 2326](#) und in der Sicherheitsempfehlung [Nr. 501](#) festgehaltene Sicherheitsdefizit immer noch vorhanden. Da keine neuen Erkenntnisse vorliegen, erübrigt sich eine neue Sicherheitsempfehlung in dieser Hinsicht.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Im vorliegenden Fall hat der Fluglehrer mit seinem raschen Handeln Schlimmeres verhindert.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Flugzeug war zum Verkehr nach VFR zugelassen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestehende, technische Mängel, die den schweren Vorfall hätten verursachen können.
- Die beiden eingebauten Kondensatoren, die für eine korrekte Funktionsweise des Spannungsreglers erforderlich sind, waren geborsten.
- Die 50-A-Sicherung des Spannungsreglers war ebenfalls durchgebrannt.

3.1.2 Besatzung

- Der Fluglehrer besass die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen der Besatzung während des schweren Vorfalls vor.

3.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

- Kurz nach dem Start entwickelte sich starker Rauch im Flugzeug.
- Der Fluglehrer übernahm das Steuer, leitete eine Umkehrkurve ein und landete kurz darauf auf der Piste 06.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den Hergang des schweren Vorfalls.
- Das in den beiden Schlussberichten [Nr. 2252](#) und [Nr. 2326](#) und in der Sicherheitsempfehlung [Nr. 501](#) festgehaltene Sicherheitsdefizit ist immer noch vorhanden.

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 es nach dem Start zu einer starken Rauchentwicklung in der Passagierkabine kam, ist darauf zurückzuführen, dass die beiden auf der Kabinenseite des Brandschotts eingebauten Kondensatoren, die für eine korrekte Funktionsweise des Spannungsreglers erforderlich sind, zerbarsten.

- 4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen**
- 4.1 Sicherheitsempfehlungen**
Keine
- 4.2 Sicherheitshinweise**
Keine
- 4.3 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen**
Keine

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, Stand am 1. Februar 2015).

Bern, 2. Juli 2024

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle