



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle SUST
Service d'enquête suisse sur les accidents SESA
Servizio d'inchiesta svizzero sugli infortuni SISI
Swiss Accident Investigation Board SAIB

Bereich Aviatik

Schlussbericht Nr. 2170 der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall des Flugzeu-
ges Piper PA-28-181 Archer II, HB-PPV

vom 6. Februar 2012

Gemeinde Grünenmatt/BE

Cause

L'incident grave est dû à un atterrissage d'urgence en raison d'une perte de puissance du moteur parce que l'avion présentait des défauts techniques.

Les facteurs combinés suivants ont été à l'origine de l'incident :

- Pour des raisons économiques, l'avion a été utilisé à l'encontre des spécifications du constructeur et sans l'équipement complémentaire nécessaire pour son utilisation en présence de basses températures extérieures.
- Le carburateur du moteur présentait un mélange de base trop pauvre.

Les facteurs suivants n'ont certes pas directement provoqué l'incident grave, mais ont été identifiés dans le cadre de l'enquête comme facteurs à risque :

- L'avion présentait d'autres défauts techniques.
- Une coordination, respectivement une communication déficiente des directives entre les écoles de vol impliquées.
- Des consignes contradictoires et confuses concernant l'exécution des exercices d'atterrissages d'urgence.
- Des listes de contrôle peu claires quant au démarrage du moteur.
- L'application d'une procédure de préchauffage qui allait à l'encontre des spécifications du constructeur du moteur.
- L'utilisation d'une procédure de démarrage en contradiction avec les spécifications du constructeur de l'avion et du moteur.
- L'exécution d'un exercice exigeant qui comporte des risques supplémentaires en présence de basses températures extérieures.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten schweren Vorfalles.

Gemäss Art. 3.1 der 10. Ausgabe des Anhanges 13, gültig ab 18. November 2010, zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalles die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Wird dieser Bericht zu anderen Zwecken als zur Unfallverhütung verwendet, ist diesem Umstand gebührend Rechnung zu tragen.

Die deutsche Fassung dieses Berichts entspricht dem Original und ist massgebend.

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 Zeit (MEZ) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MEZ und koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) lautet:
LT = MEZ = UTC + 1 h. (Variante: UTC = LT – 1 = MEZ – 1)

Schlussbericht

Luftfahrzeugmuster Piper PA-28-181 Archer II HB-PPV

Halter Segel- und Motorfluggruppe Grenchen, Postfach 1008,
2540 Grenchen

Eigentümer Segel- und Motorfluggruppe Grenchen, Postfach 1008,
2540 Grenchen

Pilot Schweizerbürger, Jahrgang 1947

Ausweis Führerausweis für Linienpiloten auf Flächenflugzeugen (*airline transport pilots licence – ATPL(A)*) nach *joint aviation requirements (JAR)*, erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 24. März 1988.

Wesentliche Berechtigungen Fluglehrerberechtigung für Flächenflugzeuge (*flight instructor airplanes - FI(A)*), gültig bis 17. Oktober 2014.
Klassenberechtigung für einmotorige Kolbenflugzeuge (*single engine piston – SEP (land)*), gültig bis 27. Mai 2013.

Medizinisches Tauglichkeitszeugnis Klasse 1, mit der Einschränkung VNL, entspricht „*shall have available corrective lenses*“ (muss Brille zur Verfügung haben), gültig vom 7. Oktober 2011 bis 17. Mai 2012.

Flugstunden	insgesamt	18 128 h	während der letzten 90 Tage	103 h
	auf dem Unfallmuster	>2000 h	während der letzten 90 Tage	103 h

Flugschüler

Ausweis keine

Berechtigungen keine

Medizinisches Tauglichkeitszeugnis Klasse 1, ohne Einschränkungen
Beginn der Gültigkeit: 9. Juni 2011
Ende der Gültigkeit: 9. Juni 2012

Flugstunden	insgesamt	22:15 h	während der letzten 90 Tage	22:15 h
	auf dem Unfallmuster	22:15 h	während der letzten 90 Tage	22:15 h

Ort Waldhaus, Gemeinde Grünenmatt/BE

Koordinaten 621 460 / 206 700 **Höhe** 652 m/M

Datum und Zeit 6. Februar 2012, 13:27 Uhr

Betriebsart VFR privat (Schulung)

Flugphase Notlandeübung

Unfallart Motorausfall mit Notlandung

Personenschaden

Verletzungen	Besatzungs- mitglieder	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 Unbeschädigt

Drittschaden Keiner

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Zum Erstellen der folgenden Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden die Aussagen des Fluglehrers, des Flugschülers, weiterer Fluglehrer und der Verantwortlichen der Flugschule Grenchen bzw. der *Swiss Aviation Training* (SAT) verwendet. Zudem standen Radaraufzeichnungen der vorangegangenen Flüge sowie des Vorfalles zur Verfügung.

1.1.2 Vorgeschichte

Der schwere Vorfall ereignete sich auf einem Schulungsflug der Flugschule *Swiss Aviation Training* (SAT). Die SAT bot zu diesem Zeitpunkt ausschliesslich integrierte Verkehrspilotenausbildungskurse an. Im vorliegenden Fall handelte es sich um einen Schulungsflug der Grundausbildung im Sichtflug (*visual flight rules* - VFR). In der Sichtflugausbildung griff die SAT auf die Infrastruktur und die Flugzeuge der Flugschule Grenchen (FSG) zurück. Die Fluglehrer waren hingegen bei der SAT angestellt.

In der Regel führte die SAT pro Jahr vier Pilotenklassen, die einen Teil ihrer Ausbildung in Grenchen absolvierten, was insgesamt zu 50 Schulungswochen führte. Im Winter des Jahres 2012 wurde der Flugbetrieb in Grenchen häufig durch Hochnebel behindert und eingeschränkt, was dazu führte, dass der Verlauf der Schulung hinter der Planung zurückblieb. Am Freitag, den 4. Februar 2012 stellte man den Schulbetrieb ein, weil sich die Aussentemperaturen seit mehreren Tagen in einem Bereich von -10 °C bewegten und keine Vorwärmaggregate für die Motoren zur Verfügung standen.

Am frühen Morgen des 6. Februar 2012 wies der Leiter der VFR-Schulung der SAT den Kursleiter in Grenchen per E-Mail darauf hin, dass trotz Rückstand im Schulungsprogramm keine Risiken einzugehen seien.

Kurz nach neun Uhr führte der Kursleiter ein Briefing mit den Fluglehrern durch, anlässlich dessen das anstehende Programm, welches auch Notlandeübungen im Gelände umfasste, besprochen wurde. Anlässlich dieses Briefings wurden die Fluglehrer durch den Kursleiter darauf aufmerksam gemacht, dass beim Üben der Notlandeverfahren die folgenden drei Punkte zu beachten seien:

- Vor der Übung im Reiseflug solle die Gemischregulierung (*mixture*) betätigt und auf den Temperaturhaushalt des Triebwerks geachtet werden. Während der Übung müsse im Sinkflug alle 1000 ft eine Kontrolle durchgeführt werden, ob der Motor das Gas noch annimmt.
- Die Vergaservorwärmung sei nicht grundsätzlich einzuschalten, aber gelegentlich sollte eine Funktionskontrolle stattfinden, um herauszufinden ob eine Vergaservereisung vorliegt.
- Nach Erreichen der sogenannten *key-position*¹ gelte die Übung als erfüllt. Ob der Schüler anschliessend ein Notlandefeld treffen würde, spiele keine Rolle und solle auch nicht geübt werden, da dies zu gefährlich sei. Der Anflug sei

¹ Mit *key position* wird in der Flugschulung häufig eine Ausgangsposition für eine Notlandung bezeichnet. Diese Position befindet sich typischerweise eine nautische Meile querab des Notlandefeldes auf einer Höhe von 1000 ft über der geschätzten Höhe des Notlandefeldes. Damit entspricht die *key position* einer ähnlichen Ausgangslage wie der *downwind* einer ICAO-Standardplatzrunde, was die Einteilung und das Einschätzen der folgenden Notlandung bzw. Notlandeübung erleichtern soll.

deshalb spätestens auf 1000 ft über Grund abzubrechen und der Durchstart einzuleiten. Die Fluglehrer könnten aber auf eigene Verantwortung den Durchstart auf einer tieferen Höhe einleiten, wobei der Durchstart immer durch den Fluglehrer geflogen werde.

Während des Wochenendes vom 4. auf den 5. Februar 2012 hatte die Flugschule Grenchen Vorwärmaggregate organisiert, welche am Montag, dem 6. Februar 2012 zur Anwendung kamen (vgl. Abbildung 1).



Abbildung 1: Vorwärmen der Flugzeuge der Flugschule Grenchen am 6. Februar 2012 mit Hilfe zweier Vorwärmaggregate. Die warme Luft wird dabei über zwei Schläuche aus Kunststoffolie in die Kühlöffnungen der Motorhaube geblasen. Die Enden der Schläuche werden von Hand vor die Kühlöffnungen gehalten. (Foto: Peter Brotschi, Aviatikjournalist, Grenchen).

Die Aussagen darüber, wie das Vorwärmen und erstmalige Anlassen des Flugzeuges HB-PPV am 6. Februar 2012 geschehen ist, gehen auseinander:

- Flugschüler und Fluglehrer gaben an, dass die HB-PPV zum Vorwärmen vor den Hangar gezogen worden sei. Anschliessend musste ein anderes Flugzeug auf dem Vorfeld verschoben werden und die zum Vorwärmen bereite HB-PPV stand dabei im Weg. Deshalb habe man die HB-PPV weggeschoben und unmittelbar darauf hin habe ein Fluglehrer der Flugschule Grenchen den Motor der HB-PPV ohne Vorwärmung angelassen. Ein Vorwärmen im Hangar ist von keinem der Befragten beobachtet worden.
- Der Leiter der Flugschule Grenchen und der Kursleiter der SAT stellten diese Aussagen in Abrede und gaben an, dass die HB-PPV einige Minuten vorgewärmt worden sei. Zusätzlich sei die Maschine zusammen mit drei bis fünf weiteren Flugzeugen mit Hilfe der gleichen Aggregate im Hangar vorgewärmt worden.

Einigkeit besteht hingegen darüber, dass das Triebwerk der HB-PPV nur mit Mühe und nach mehreren Versuchen durch einen Fluglehrer der Flugschule Grenchen (FSG) gestartet werden konnte. Der Flugschüler sollte nun den Fluglehrer der FSG während des Warmlaufens im Cockpit ablösen. Dabei musste der Gas-

hebel in den Leerlauf genommen werden, worauf der Motor sofort abstellte. Nachdem der Fluglehrer den Motor wieder angelassen hatte, überwachte der Flugschüler das Aufwärmen des laufenden Motors. Der Fluglehrer wies den Flugschüler an, für das Aufwärmen 1400 RPM zu wählen und die Drehzahl nie unter 1000 RPM fallen zu lassen.

Anschliessend übernahm der Fluglehrer mit zwei anderen Schülern das Flugzeug HB-PPV, wobei der Motor nicht abgestellt wurde. In der Folge wurden am Vormittag des 6. Februar 2012 drei Flüge durchgeführt. Der erste Flug führte vom Regionalflughafen Grenchen (LSZG) zum Flugplatz Neuchâtel (LSGN), dauerte eine Stunde und 13 Minuten und beinhaltete keine Notlandeübungen. Der zweite Flug war ein Lokalflug von Neuchâtel aus und dauerte 12 Minuten, wobei das Triebwerk zwischen den beiden Flügen am Boden nicht abgestellt wurde. Der dritte Flug führte vom Flugplatz Neuchâtel wieder zum Flugplatz Grenchen zurück und dauerte 53 Minuten. Wiederum wurde das Triebwerk zwischen dem zweiten und dritten Flug am Boden nicht abgestellt. Auf diesem Flug begann man ungefähr acht Minuten nach dem Start, als sich das Flugzeug nördlich von Môtiers befand, einige Notlandeübungen durchzuführen. Als die HB-PPV um 12:40 Uhr wieder in Grenchen angekommen war, wurde das Triebwerk abgestellt und das Flugzeug betankt.

1.1.3 Flugverlauf

Nach dem Betanken wurde das Triebwerk der HB-PPV von einem Fluglehrer der Flugschule Grenchen gestartet. Es waren sieben Versuche nötig, bis das Triebwerk erfolgreich gestartet werden konnte. Der Flugschüler beobachtete, dass der Fluglehrer der FSG jeweils versuchte vor dem Betätigen des Anlassers mit mehrmaligem hin und her bewegen des Gashebels zusätzliches Benzin einzuspritzen. Die mechanische Einspritzpumpe (*primer pump*) wurde nicht verwendet.

Die Triebwerkparameter wie auch das Verhalten des Motors wurden vor und während des Abflugs vom Flugplatz Grenchen als normal empfunden. Der Start der HB-PPV erfolgte um 13:02 Uhr auf der Piste 07 und der Flugweg führte anschliessend in Richtung Emmental. In der Region von Kirchberg und etwas südlich von Konolfingen wurden zwei Notlandeübungen zwischen ungefähr 4000 ft QNH und 2700 ft QNH durchgeführt. Während den Notlandeübungen wurde die Vergaservorwärmung eingeschaltet und zusätzlich wurde die Triebwerksdrehzahl wegen der tiefen Temperatur nicht unter 900 RPM gesetzt.

Ungefähr zweieinhalb Minuten nach dem Beginn der zweiten Notlandübung war wieder eine Höhe von ungefähr 3500 ft QNH erreicht. Nach einem kurzen Horizontalflug wurde ein weiterer Triebwerkausfall simuliert, indem wiederum die Motordrehzahl nicht in den Leerlauf, sondern lediglich auf 900 RPM reduziert und die Vergaservorwärmung eingeschaltet wurde. Anfänglich konnte die Notlandeübung genau so abgeflogen werden, wie es in den Ausbildungsunterlagen der SAT vermerkt ist. Das heisst, dass sich die HB-PPV bei der sogenannten *key-position* eine nautische Meile querab des ausgewählten Notlandefeldes auf einer Höhe von etwa 1000 ft AGL befand. Etwa in der Mitte des Queranfluges, 30 bis 40 Sekunden nach Einleiten der Notlandeübung, bemerkte der Fluglehrer einen Drehzahlabfall und den Verlust der verbleibenden Triebwerksleistung. Daraufhin übernahm er die Steuerung der HB-PPV und versuchte die Leistung zu erhöhen, was jedoch nicht gelang. Auch das Aus- und wieder Einschalten der Vergaservorwärmung ergab keine Änderung des Triebwerkverhaltens. In der Folge konzentrierte er sich auf die Durchführung der notwendig gewordenen Notlandung. Das Flugzeug setzte auf einem gefrorenen Feld auf und konnte ohne Beschädigung zum Stillstand gebracht werden. Der Fluglehrer und der Flugschüler blieben unverletzt.

1.2 Meteorologische Angaben

1.2.1 Allgemeine Wetterlage

Eine Hochdruckbrücke erstreckte sich vom Ostatlantik bis Westrussland. An ihrem Südrand wehte ein schwacher, zeitweise mässiger Nordostwind.

1.2.2 Flugplatzwettermeldungen

Zum Zeitpunkt des Vorfalles war die folgende METAR des Flugplatzes Grenchen gültig:

LSZG 061220Z 07013KT CAVOK M08/M14 Q1027 NOSIG=

Im Klartext bedeutet dies:

Am 6. Februar 2012 wurden am Ausgabezeitpunkt der Flugplatzwettermeldung von 12:20 UTC, das heisst ca. 7 Minuten vor dem Vorfall auf dem Flugplatz Grenchen, die folgenden Wetterbedingungen beobachtet:

Wind	aus 070° mit 13 kt
Meteorologische Sicht und Bewölkung	keine Wolken unterhalb 7000 ft über Grund (MSA), keine Gewitterwolken, Sichtweite über 10 km, keine signifikante Wettererscheinung
Temperatur	-8 °C
Taupunkt	-14 °C
Luftdruck	1027 hPa, Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO-Standardatmosphäre

Die Temperatur auf dem Flugplatz Grenchen bewegte sich von -11 °C um 10:20 Uhr auf -7 °C um 14:50 Uhr.

Während der Nacht vom 5. auf den 6. Februar 2012 wurde eine Temperatur von -17 °C erreicht.

1.2.3 Wetter Grünenmatt und Umgebung

Im unteren Emmental schien ganztags die Sonne. Zwischen Jura und Alpen bestand eine ausgeprägte Temperaturinversion mit einer Basis um 1000 m/M. Unterhalb dieser Inversion herrschte Dunst aus Aerosolen und Eiskristallen. Oberhalb der Inversion sank die relative Feuchte unter 10 Prozent. Die Bise flaute in der bodennahen Kaltluft vorübergehend ab.

1.2.4 Regionale Temperaturen

Station	Höhe AMSL	10:00 Uhr	11:00 Uhr	12:00 Uhr	13:00 Uhr
Moléson	6469 ft	-14.6 °C	-14.2 °C	-14.0 °C	-14.3 °C
La Dôle	5479 ft	-13.2 °C	-12.5 °C	-12.2 °C	-11.5 °C
Chasseral	5230 ft	-11.7 °C	-11.3 °C	-11.0 °C	-11.6 °C
Bullet / La Frétaz	3953 ft	-12.5 °C	-12.5 °C	-11.1 °C	-10.1 °C

- 1.2.5 Wetter zum Zeitpunkt der Notlandung am Landeort
Zum Zeitpunkt der Notlandung herrschte sonniges und windschwaches Wetter.
- | | |
|------------|------------------------------|
| Wolken | wolkenlos |
| Sicht | 10 km |
| Wind | variabel zwischen 2 und 4 kt |
| Temperatur | -9 °C |
| Taupunkt | -13 °C |
| Luftdruck | 1027 hPa, QNH LSZG Grenchen |
- 1.2.6 Astronomische Angaben
- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| Sonnenstand Grünenmatt | Azimut: 194°, Höhe: 27° |
| Beleuchtungsverhältnisse | Tag |

1.3 Angaben zum Luftfahrzeug

1.3.1 Allgemeines

Beim Flugzeugmuster Piper PA-28-181 Archer II handelt es sich um ein einmotoriges Reiseflugzeug in Metallbauweise mit Bugrad und Festfahrwerk. Es bietet Platz für maximal vier Personen und ist als freitragender Tiefdecker ausgeführt. Zum Antrieb dient ein luftgekühlter 4 Zylinder Vergasermotor Lycoming O-360-A4M mit einer Nennleistung von 134 kW oder 180 PS², welche auf einen zwei-blättrigen Festpropeller übertragen wird.

Das Flugzeug Piper PA-28-181 Archer II, eingetragen als HB-PPV, wies zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls 6980:39 und der Motor 172:30 Betriebsstunden auf.

1.3.2 Vorgaben des Flugzeugherstellers

1.3.2.1 Anlassen des Motors

Für das Anlassen eines kalten Triebwerks schreibt das Luftfahrzeug-Flughandbuch (*aircraft flight manual* - AFM) in Kapitel 4.5 und 4.13 folgendes Verfahren vor:

„STARTING ENGINE WHEN COLD

<i>Throttle</i>	<i>¼ open</i>
<i>Master switch</i>	<i>ON</i>
<i>Electric fuel pump</i>	<i>ON</i>
<i>Mixture</i>	<i>full RICH</i>
<i>Starter</i>	<i>engage</i>
<i>Throttle</i>	<i>adjust</i>
<i>Oil pressure</i>	<i>check</i>

If engine does not start within 10 seconds, prime and repeat starting procedure.”

² PS- Pferdestärke: historische nicht SI-Einheit, 1 PS entspricht 0.746 kW

1.3.2.2 Aufwärmen des laufenden Motors

Für das Aufwärmen eines Motors (*warm up*) nach dem Anlassen gilt gemäss AFM Kapitel 4.15 unter anderem folgendes:

„Warm up the engine at 800 to 1200 RPM for not more than two minutes in warm weather and four minutes in cold. (...).

Takeoff may be made as soon as the ground check is completed, provided that the throttle may be opened fully without backfiring or skipping, and without reduction in engine oil pressure.”

1.3.2.3 Sinkflüge im Leerlauf

Bei ausgedehnten Sinkflügen soll gemäss Hersteller wie folgt vorgegangen werden:

„If a prolonged power off descent is to be made, apply full carburetor heat prior to power reduction if icing conditions are suspected. Throttle should be retarded and mixture control leaned as required. Power response should be verified every 30 seconds by partially opening and then closing the throttle (clearing the engine). When leveling off enrich mixture, set power as required and select carburetor heat off unless carburetor icing conditions are suspected.“

Dieser Abschnitt besagt, dass die Vergaservorwärmung bei einem längeren Sinkflug mit Leerlaufleistung betätigt sein sollte, wann immer Vergaservereisungsbedingungen erwartet werden müssen. Zusätzlich soll das Gemisch dementsprechend verarmt und das Triebwerksverhalten alle 30 Sekunden überprüft werden in dem man den Gashebel betätigt.

1.3.2.4 Betrieb bei tiefen Aussentemperaturen

Unter dem Kapitel *cold weather operations* erwähnt der Hersteller im AFM, dass im Betrieb des Triebwerkes bei Temperaturen von +10 °C und darunter eine *winterization plate* vor dem Ölkühler angebracht werden sollte, welche als eine Art Blende die Kühlleistung des Ölkühlers reduziert. Ebenso ist ein *engine breather tube winterization kit* erhältlich, welches das Einfrieren der Kurbelgehäuseentlüftung verhindert.

1.3.3 Vorgaben des Motorenherstellers

1.3.3.1 Angaben zur Viskosität des Motorenöls

Der Motorenhersteller weist in der *service instruction* No. 1014 M darauf hin, dass bei tiefen Temperaturen die Viskosität des Motorenöls hoch ist, d.h. das Öl ist verdickt, was dazu führt, dass der Widerstand für den Betrieb des Motors erhöht ist. In den entsprechenden Unterlagen wird deshalb verlangt, dass bei Aussentemperaturen von weniger als -6 °C der Motor vorzuwärmen ist. Es wird explizit darauf hingewiesen, dass bei einer Nichtbeachtung dieser Vorgabe, der elektrische Motoranlasser durch den erhöhten Widerstand überlastet werden kann. Neben dem Vorwärmen ist auch darauf zu achten, dass das Motorenöl der vorgegebenen Spezifikation entspricht. Für den Temperaturbereich von -17 °C bis +32 °C wird ein Motorenöl der Spezifikation SAE15W50 vorgeschrieben. Für Temperaturen von unter -12 °C wird ein Motorenöl mit der Spezifikation SAE20W30 erforderlich. Diese Bezeichnungen beziehen sich dabei alleine auf die Viskosität eines Motorenöls.

1.3.3.2 Vorwärmen des Motors

Beim Vorwärmen soll gemäss *service instruction* No. 1505 des Motorherstellers ein Vorwärmaggregat verwendet werden, welches ein grosses Luftvolumen erhitzen kann. Dabei soll die warme Luft abwechselnd dem Ölsumpf, den äusseren Ölleitungen, den Zylindern, dem Lufteinlass, dem Ölkühler und dem Ölfilter für jeweils fünf bis zehn Minuten zugeführt werden. Zwischen den Intervallen soll überprüft werden, ob genügend Wärme vom Motor aufgenommen worden ist. Zuletzt soll die warme Luft noch für fünf Minuten der Oberseite des Motors zugeführt werden. Danach soll der Motor unverzüglich gestartet werden, wobei der Anlasser nicht länger als fünf Sekunden betätigt werden soll. Nach dem Starten soll der Motor im Leerlauf betrieben werden, bis Öldruck und Öltemperatur den Herstellerangaben für das Betreiben des Motors entsprechen.

1.3.3.3 Anlassen des kalten Motors

Der Motorenhersteller legt im *Lycoming Operator's Manual* unter *section 3: operating instructions* unter Punkt 8 folgendes vor:

"(8) Prime engine with 1 to 3 strokes of manual priming pump or activate electric primer for 1 to 2 seconds."

1.3.3.4 Betriebstemperatur des Motors

Gemäss der *service letter* No. L180B des Motorenherstellers, sollte die Öltemperatur eines luftgekühlten Motors im Flug 165 °F bis 200 °F betragen. Für den Fall, dass eine solche Temperatur nicht erreicht werden kann, sollen beim Luftfahrzeughersteller sog. *„oil cooler winterization plates“* angefordert werden. Auf Anfrage bestätigte der Motorenhersteller, dass solche Teile unabhängig von der Ölart verwendet werden müssen.

1.4 Technische Untersuchung von Flugzeug und Motor

Das Flugzeug wurde vor Ort erstmals überprüft und anschliessend ohne Demontage auf einen Flugplatz transportiert. Hier konnte durch Hangarierung und Kühlung im Freien das Verhalten des Triebwerks bei verschiedenen Temperaturen systematisch abgeklärt werden. Dabei konnten Versuche bei Aussentemperaturen von bis zu -12 °C durchgeführt werden. In allen Fällen konnte das Triebwerk problemlos gestartet werden, wobei das Anlassverfahren des Motorenherstellers verwendet wurde.

Anlässlich der Überprüfung des Triebwerks wurden folgende Mängel festgestellt:

- Die Zündung der Magnete sollte gemäss Hersteller auf 25° vor dem oberen Totpunkt eingestellt sein. Der linke Magnet wies eine Einstellung von 28°, der rechte Magnet eine solche von 26.5° auf.
- Der Vergaser wies eine deutlich zu arme Gemischeinstellung auf. Zweimal stellte das Triebwerk bei rascher Leistungsreduktion in den Leerlauf ab.
- Die Klappe der Vergaservorwärmung wies zu viel mechanisches Spiel auf, war aber grundsätzlich funktionstüchtig.
- Der Elektrodenabstand der Zündkerzen war zu gross. Die Kerzen funktionierten aber grundsätzlich korrekt.
- Zwei Ablenkleche im Inneren des Auspuffs fehlten, weil sie weggebrannt waren.

Das Triebwerk der HB-PPV wurde mit Mehrbereichsöl der Spezifikation SAE15W50 betrieben. Das Flugzeug war weder mit einer *winterization plate* vor dem Ölkühler noch mit einem *engine breather tube winterization kit*, welches die Kurbelgehäuseentlüftung bei tiefen Temperaturen vor dem Zufrieren bewahrt, ausgerüstet.

Die Standläufe dauerten bis zu 25 Minuten. Bei Aussentemperaturen von -2 °C bis -12 °C konnten Öltemperaturen von höchstens 90 °F erreicht werden.

Die Analyse des Treibstoffs zeigte, dass dieser die Normen erfüllte.

1.5 Angaben zum Fluglehrer

Der betroffene Fluglehrer war am 24. März 2009 an einem Unfall mit dem Flugzeug Piper PA-28-161, eingetragen als HB-PPG, beteiligt (vgl. Schlussbericht Nr. 2143). Anlässlich einer Notlandeübung auf den Flugplatz Bellechasse fiel nach dem Durchstart während des Anfangssteigfluges auf einer Höhe von ca. 400 ft AGL das Triebwerk aus. Aufgrund von Hindernissen in Flugrichtung entschied sich der Fluglehrer zu einer Umkehrkurve zurück zum Flugplatz. Das Flugzeug setzte kurz vor der Piste 08 auf und rollte durch einen Weidezaun, welcher das Flugzeug leicht beschädigte. Die Besatzung des Flugzeuges blieb unverletzt.

Der Leistungsabfall des Triebwerks war mit grosser Wahrscheinlichkeit auf Vergaservereisung zurückzuführen. Diese Vergaservereisung konnte trotz eingeschalteter Vergaservorwärmung entstehen, weil das Flugzeug, das die SAT ebenfalls bei der Flugschule Grenchen gemietet hatte, technische Mängel am Mechanismus für die Vergaservorwärmung aufwies.

Unmittelbar nach dem schweren Vorfall vom 6. Februar 2012 verbot der Leiter der Flugschule Grenchen dem Fluglehrer die weitere Benutzung der FSG-Flugzeuge. Dies sei gemäss dem Leiter der FSG zum Schutz des Fluglehrers geschehen. Daraufhin entschieden die Verantwortlichen der SAT, den Fluglehrer generell aus dem Flugbetrieb zu nehmen. Wie die Untersuchung ergab, kannten weder der Leiter der Flugschule Grenchen noch die Vorgesetzten des Fluglehrers bei der SAT die relevanten Fakten des Unfalls mit der HB-PPG respektive des schweren Vorfalls vom 6. Februar 2012, als sie diesen Entscheid fällten. Kurze Zeit später wurde der Fluglehrer von der SAT entlassen.

1.6 Angaben zu Organisationen und deren Führung

1.6.1 Verfahren der Swiss Aviation Training bezüglich Notlandeübungen

In den *standard operating procedures* (SOP) der SAT wird im Kapitel 16 „*forced landing without power*“ unter anderem auch schematisch die Durchführung einer Notlandeübung dargestellt (vgl. Abbildung 2).

Bezüglich des Vorgehens nach dem Einflug in die sog. *key position* existieren in den Unterlagen der SAT keine Vorgaben. Wie der Cheffluglehrer für die Ausbildung im Sichtflug der SAT ausführte, hätten sich in letzter Zeit die Beschwerden von Anwohnern gehäuft, die sich durch Notlandeübungen gestört gefühlt hätten. Aus diesem Grund empfehle man den Instruktoren, an der *key position* die Übung abubrechen. Die Leitung der SAT war der Meinung, dass ein Fluglehrer an der *key position* beurteilen könne, ob der Schüler im Notfall das angepeilte Feld erreicht hätte. Zusätzlich würden Notlandübungen bis zum Aufsetzen auf Flugplätzen durchgeführt.

Die Vorgesetzten der SAT attestierten dem in den schweren Vorfall involvierten Fluglehrer, dass dieser sich der Lärmproblematik bewusst gewesen sei und somit

sicher zu denjenigen Instruktoren gehörte, die eine Notlandeübung nicht bis auf unnötig geringe Höhen fortsetzten.

Nach dem schweren Vorfall gaben mehrere Fluglehrer der SAT sowie der Flugschüler an, dass der Abbruch der Notlandeübung in der *key position* nie so instruiert worden sei. Vielmehr sei es üblich gewesen, nach der sog. *key position* in einen Queranflug und in einen Endanflug auf das angepeilte Notlandefeld einzudrehen. Der Durchstart sei jeweils dann eingeleitet worden, wenn man eindeutig beurteilen können, ob die Notlandung erfolgreich gewesen wäre oder nicht. Eine vorgegebene Mindesthöhe für das Einleiten des Durchstarts gab es gemäss übereinstimmenden Aussagen der Befragten nicht.

16.2.4 Standard procedure

The procedure for a power-off approach is to fly to a «key position». This is a point abeam the threshold, at a normal pattern altitude (1,000 ft AGL). From that point, the completion is approximately the same as a «short approach».

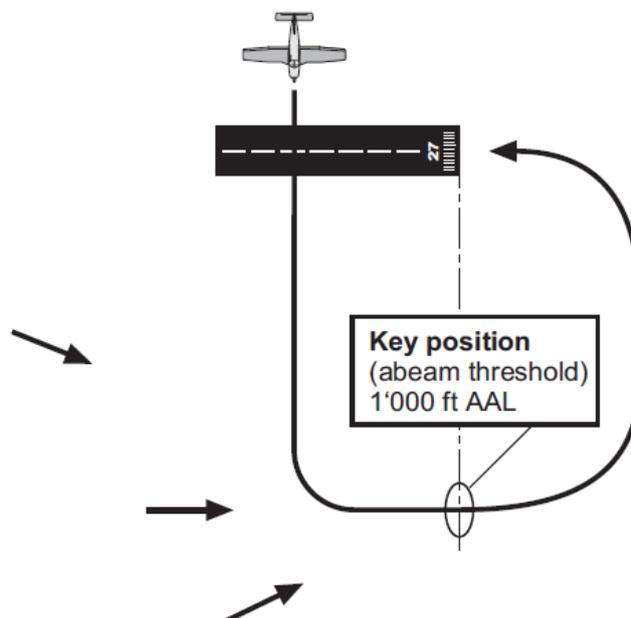


Abbildung 2: Auszug aus den SOP der SAT bezüglich Durchführung einer Notlandeübung.

1.6.2 Zusammenarbeit zwischen Swiss Aviation Training und Flugschule Grenchen

Die Zusammenarbeit zwischen der SAT und der Flugschule Grenchen kam Mitte 90er Jahre, nach dem Ende der Schweizerischen Luftfahrtschule (SLS) zustande. Damals trennte sich die SAT vom VFR-Flugbetrieb, wobei man die Flugschule Grenchen als Partner für diesen Bereich gewinnen konnte. Im *operations manual A (OMA)* der SAT ist betreffend Zusammenarbeit mit der Flugschule Grenchen folgendes vermerkt:

“Be aware that most of the limitations in this chapter are more restrictive than JAA or FAA regulations require. However, whenever limitations of a state authority or partner training organisation are more restrictive, they overrule SAT’s regulations”.

Dieser Artikel besagt unter anderem, dass Regelungen von Partnerunternehmen, welche einschränkender sind als diejenigen der SAT, zu befolgen sind.

Nach dem Unfall der HB-PPG am 24. März 2009 führte die Flugschule Grenchen aus Eigeninitiative eine neue Regelung ein, welche es verbot, Notlandeübungen

mit dem Triebwerk im Leerlauf ausserhalb von Flugplätzen bei Temperaturen von unter 0 °C auszuführen. Diese Regelung findet sich seither in den Unterlagen für die Fluglehrer der Flugschule Grenchen.

Die Verantwortlichen der SAT gaben an, dass ihnen diese Regelung zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles der HB-PPV am 6. Februar 2012 nicht bekannt gewesen sei.

1.6.3 Verfahren der Flugschule Grenchen

1.6.3.1 Anlassen des Motors

Bezüglich des Anlassens des Triebwerks der HB-PPV findet sich in der Checkliste der Flugschule Grenchen folgende Anweisung:

„ENGINE START

Propeller area.....CLEAR

Engine start.....according Procedures list

ENGINE START COMPLETED“

In der „Procedures list“ der Flugschule Grenchen steht bezüglich des Anlassens:

„according AFM³“

1.6.3.2 Vorwärmen des Motors

Gemäss Angaben der Flugschule Grenchen (vgl. auch Abbildung 1) wurden die Motoren der Flugzeuge der FSG mit Hilfe von gasbeheizten Gebläsen vorgewärmt. Die warme Luft wurde über die Kühlöffnungen der Motorhaube zugeführt und sollte die Ansaugrohre des Motors wärmen, so dass ein Start besser möglich werde, weil dann das Benzin-Luftgemisch nicht mehr in diesen kondensieren könne. Ein Vorwärmen des Öls sei weder möglich noch notwendig.

1.6.3.3 Verwendung einer *winterization plate*

Eine *winterization plate* reduziert die Wirkung des Ölkühlers und erhöht in der Folge die Öltemperatur während des Fluges. Im Rahmen der Untersuchung wurde der Leiter der Flugschule Grenchen gefragt, warum die HB-PPV bei einer Aussentemperatur von rund -10 °C ohne *winterization plate* betrieben worden sei, obwohl der Flugzeughersteller eine solche bei Temperaturen unter +10 °C vorsieht. Er antwortete daraufhin, dass alle Flugzeuge der FSG mit Mehrbereichsöl betrieben werden und dies die Verwendung einer *winterization plate* unnötig mache. Weiter habe er festgestellt, dass bei montierter *plate* die Öltemperatur zu hoch werde, wenn die Aussentemperatur über +10 °C steige. So müsste man jeweils die *plate* montieren, wenn die Temperatur unter +10 °C sinke und wieder demontieren, wenn sie über +10 °C steige. Dies mache aus ökonomischer Sicht keinen Sinn.

Für das Montieren bzw. Demontieren einer *winterization plate* benötigt ein Flugzeugmechaniker ungefähr 15 Minuten.

³ AFM - *aircraft flight manual*: das vom Hersteller abgegebene Luftfahrzeug-Betriebshandbuch.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Mängel und Faktoren ohne Einfluss auf den schweren Vorfall

Die nach der Notlandung unmittelbar und im Rahmen einer vertieften Untersuchung festgestellten technischen Mängel des Flugzeuges hatten einen unterschiedlichen Einfluss auf die Entstehung des schweren Vorfalls. So zeigten ausgedehnte Testläufe am Boden bei Verhältnissen, die mit denen zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls vergleichbar waren, dass die falsch eingestellten Zündmagnete, die nicht korrekten Elektrodenabstände der Zündkerzen und die mangelhaft justierte Klappe der Vergaservorwärmung sowie die Defekte an der Auspuffanlage keinen nennenswerten Einfluss auf die Leistung und das Verhalten des Motors hatten. In gleicher Weise konnte nach Rücksprache mit Flugzeug- und Motorenhersteller auch mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, dass der nicht installierte Schutz der Kurbelgehäuseentlüftung für den Winterbetrieb, das sog. *engine breather tube winterization kit*, keine Ursache für den Leistungsverlust war.

Weiter kann aufgrund der zum Vorfallzeitpunkt herrschenden Temperatur und Taupunkt sowie der grundsätzlich funktionstüchtigen und auch verwendeten Vergaservorwärmung ausgeschlossen werden, dass der Leistungsverlust aufgrund einer Vergaservereisung entstanden ist.

Es konnte keine abschliessende Klarheit darüber gewonnen werden, ob der Motor der HB-PPV am Morgen des 6. Februar 2012, nach einer längeren Standzeit im Hangar bei Temperaturen deutlich unter -10 °C mittels externer Wärmequellen vorgewärmt wurde oder nicht. Die entsprechenden Aussagen der Betroffenen widersprechen sich, wobei allerdings aufgrund der grossen Detailtreue den Aussagen von Fluglehrer und Flugschüler die grössere Glaubwürdigkeit als denjenigen der Verantwortlichen der FSG und SAT zuzumessen ist.

Fest steht hingegen, dass bei Vorwärmung des Motors mit Hilfe der Heizaggregate der Flugschule Grenchen dieses Verfahren in mehrfacher Hinsicht nicht den Vorgaben des Motorenherstellers entsprach. Betrachtet man Abbildung 1 so erkennt man, dass die Zuführung der warmen Luft in den Motorenraum über die frontalen Kühllöffnungen der Motorhaube erfolgte. Weiter zeigt das Bild deutlich, dass ein grosser Teil der warmen Luft an der Motorhaube vorbei streicht und nur ein Bruchteil in den Motorenraum gelangt, weil die Zuführschläuche keinen passenden Anschluss besitzen und von Hand in einer geeigneten Position gehalten werden müssen. Dieses Vorgehen steht im Widerspruch zu den Richtlinien des Herstellers, der eine Zuführung von warmer Luft abwechselnd an die verschiedenen Motorenteile fordert. Weiter kann den Vorgaben des Motorenherstellers entnommen werden, dass ein solcher Vorwärmvorgang ohne weiteres eine halbe Stunde oder länger in Anspruch nehmen kann, weil ein gleichmässiges Erwärmen des Motors und auch des darin enthaltenen Öls erzielt werden soll. Damit weicht auch die von den Verantwortlichen der FSG geäusserte Ansicht, ein Vorwärmvorgang habe lediglich zum Ziel die Ansaugrohre der Zylinder zu erwärmen, eindeutig von den Richtlinien des Herstellers ab. Auch wenn im vorliegenden Fall kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem unsachgemässen Vorwärmen des Motors vor dem Anlassen und dem späteren Leistungsverlust erkannt werden konnte, so stellt ein solches Vorgehen doch ein beträchtliches Sicherheitsrisiko dar. Der Motorenhersteller schreibt denn auch in seiner *service instruction* No. 1505, welche die Richtlinien Vorwärmen eines Motors enthält: „*Improper cold weather starting can result in abnormal engine wear, reduced performance, shortened time between overhaul, or failure for the engine to operate properly.*“

Auch für die von verschiedener Seite berichteten Probleme beim Anlassen des Triebwerks der HB-PPV fand sich eine schlüssige Erklärung: Die Fluglehrer der Flugschule Grenchen versuchten das Triebwerk anzulassen, indem sie durch vor- und zurückbewegen des Gashebels über die Beschleunigerpumpe zusätzlichen Treibstoff in den Vergaser einspritzten. Die sog. *primer pump*, welche zusätzlichen Treibstoff direkt in den Ansaugtrakt des Motors spritzt und so ein zündfähiges Gemisch in den Zylindern auch bei tiefen Aussentemperaturen sicherstellt, wurde nicht benutzt. Ein solches Vorgehen birgt nicht nur zusätzliche Gefahren wie diejenige eines Vergaserbrandes, sondern steht im klaren Widerspruch zu den verbindlichen Richtlinien, die der Flugzeughersteller im von der Behörde zertifizierten Luftfahrzeug-Flughandbuch (*aircraft flight manual – AFM*) erlassen hat (vgl. Kapitel 1.3.2.1). Im Rahmen der Standläufe nach dem schweren Vorfall konnte der Motor bei unterschiedlichen Temperaturen ausnahmslos auf Antrieb und ohne Schwierigkeiten gestartet werden, wobei die vom Hersteller vorgegebenen Richtlinien befolgt wurden. Damit ist eindeutig nachgewiesen, dass die Anlassprobleme ausschliesslich auf das unsachgemässe Vorgehen der Fluglehrer der Flugschule Grenchen zurückzuführen sind und keinen Zusammenhang mit dem späteren Leistungsverlust hatten.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist zweifellos, dass die Checklisten der FSG für das Muster PA-28-181 bezüglich des Anlassens auf eine „*procedure list*“ verweisen, die ihrerseits den Vermerk enthält, dass das Anlassen des Motors „*according AFM*“, also nach den Angaben des Luftfahrzeug-Flughandbuches geschehen soll. Damit sind die Checklisten von einem rein legalistischen Standpunkt aus betrachtet korrekt aufgebaut. Aus Sicht eines Benutzers sind solche Querverweise aber zweifellos zu unübersichtlich und wie das vorliegende Beispiel zeigt, können sie dazu führen, dass eigene Verfahren entwickelt werden, die den Herstellervorgaben widersprechen.

Weiter fällt auf, dass der betreffende Fluglehrer der Flugschule Grenchen dem Flugschüler, der nach dem Anlassen den Motor der HB-PPV aufwärmen sollte, die Anweisung gab, 1400 RPM zu setzen. Ein solches Vorgehen entspricht nicht den Vorgaben des Luftfahrzeug-Flughandbuches, die ein Aufwärmen des Motors zwischen 800 und 1200 RPM vorsehen. Wird eine zu hohe Drehzahl für das Aufwärmen gewählt, so kann dies dem Motor schaden und seine Funktionsweise beeinträchtigen. Im vorliegenden Fall konnte allerdings ein Einfluss dieser unsachgemässen Vorgehensweise auf den späteren Leistungsverlust ausgeschlossen werden, weil der Motor keine diesbezüglichen Schäden aufwies.

2.1.2 Mängel und Faktoren mit Einfluss auf den Leistungsverlust

Sowohl der Flugzeughersteller als auch der Motorenhersteller weisen in verschiedenen Richtlinien und Vorgaben darauf hin, dass während des Betriebs eine genügend hohe Öltemperatur des Motors erreicht werden muss. Auch wenn das AFM des Musters PA-28-181 und das entsprechende Instrument im Flugzeug für die Öltemperatur einen grün markierten Betriebsbereich von 75 °F bis 245 °F angibt, so sollte der Motor gemäss Motorenhersteller vorzugsweise in einem Bereich von 165 °F bis 200 °F betrieben werden. Damit ein solcher Wert auch bei tiefen Aussentemperaturen erreicht werden kann, muss die Kühlleistung des Ölkühlers mittels einer Art Blende – einer sog. *winterization plate* – gegebenenfalls reduziert werden. Der Flugzeughersteller schreibt vor, dass eine solche *winterization plate* bei Temperaturen unter +10 °C installiert sein muss. Bei dem am schweren Vorfall beteiligten Flugzeug war keine derartige Vorrichtung installiert, obwohl die entsprechenden Halterungen vorhanden waren.

Als Begründung für das Fehlen der *winterization plate* wurde vom Leiter der Flugschule Grenchen angeführt, dass eine solche beim Betrieb mit Mehrbe-

reichsölen nicht mehr notwendig sei. Diese Ansicht konnte nicht weiter begründet werden und steht im Widerspruch zu allen vorliegenden Richtlinien von Flugzeug- und Motorenhersteller. Auf Anfrage der Untersuchungsleitung bestätigte der Motorenhersteller explizit, dass die *winterization plate* unabhängig von der Ölsorte verwendet werden müsse, wenn Aussentemperaturen unter +10 °C vorliegen. Weiter führte der Leiter der Flugschule Grenchen aus, dass es ökonomisch keinen Sinn mache, eine *winterization plate* zu montieren, da diese bei Temperaturen über +10 °C wieder demontiert werden müsse. Mit Blick auf den Umstand, dass die Montage bzw. Demontage einer *winterization plate* einfach ist und von einem Flugzeugmechaniker in ungefähr 15 Minuten bewerkstelligt werden kann, vermag dieses ökonomische Argument wenig zu überzeugen. Die Einsparung des Ein- bzw. Ausbaus dürften in keinem Verhältnis zum Risiko stehen, das hierbei eingegangen wird.

Das Flugzeug HB-PPV wurde ohne die von Flugzeug- und Motorenhersteller vorgeschriebene Ausrüstung betrieben, was nachweislich zu einer tiefen Öltemperatur geführt hat. Während der verschiedenen Standläufe bei Aussentemperaturen zwischen -2 und -12 °C konnte höchstens eine Öltemperatur von 90 °F erreicht werden, selbst wenn der Motor während 25 Minuten mit hoher Leistung betrieben wurde. Da ein luftgekühlter Motor im Flug wesentlich besser umströmt ist als am Boden, liegt der Schluss nahe, dass während des Vorfalles, bei dem Phasen mit reduzierter Leistung auftraten, eine möglicherweise sogar erheblich geringere Öltemperatur auftrat. Bei tiefen Öltemperaturen nimmt die Viskosität, d.h. die Zähigkeit, des Schmiermittels zu und der Reibungswiderstand im Motor wird erhöht. Bei geringen Drehzahlen kann dieser so hoch werden, dass der Motor zum Stillstand kommt – oder wenn er wie im Flugzeug durch den sich im Fahrtwind befindlichen Propeller angetrieben wird – nicht mehr beschleunigen kann. Es muss in diesem Zusammenhang angemerkt werden, dass der Motor mit einem Mehrbereichsöl betrieben wurde, das bis -17 °C zugelassen war. Zum Vorfalleszeitpunkt herrschten je nach Luftschicht und Messmethode Temperaturen zwischen -10 und -14 °C, so dass der Motor am unteren Ende des Zulassungsbereichs betrieben wurde.

Im vorliegenden Fall verband sich der nachteilige Einfluss der tiefen Betriebstemperatur des Motors mit der zu mageren Grundeinstellung des Gemisches, die am Vergaser vorlag. Diese alleine hätte bereits genügt, um den Motor zum Stillstand zu bringen, was durch rasche Leistungsreduktionen in den Leerlauf während der Standläufe wiederholt nachgewiesen werden konnte. Da während des Vorfalles gemäss übereinstimmender Aussage von Fluglehrer und Flugschüler die Leistung gar nie in den Leerlauf genommen wurde und rasche Leistungsänderungen hin zu geringerer Leistung während der Übung auch nicht vorkamen, muss der Leistungsabfall durch die Kombination eines mangelhaft eingestellten Vergasers und eines für diese Umgebungstemperatur unsachgemäss ausgerüsteten Flugzeuges hervorgerufen worden sein.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang erscheint der Umstand, dass der gleiche Fluglehrer mit der HB-PPV bereits am Vormittag Notlandeübungen durchgeführt hat, die sich gemäss Radaraufzeichnungen in einem vergleichbaren Höhenbereich abspielten, wobei die Sinkflugphasen tendenziell länger dauerten. Genau wie während des Vorfalles wurde bereits einige Minuten nach dem Start die erste Notlandeübung eingeleitet und anschliessend mehrfach wiederholt. Auch die Temperaturen der durchflogenen Luftmassen waren mit denjenigen am Nachmittag vergleichbar. Der Grund, warum der Motor der HB-PPV während diesen Übungen den Dienst nicht versagte, dürfte in folgendem Unterschied zwischen den Flügen liegen: Auf dem Flug vom Regionalflughafen Grenchen nach dem Flugplatz Neuchâtel wurde der Motor zunächst für eine Stunde und 13

Minuten mit Ausnahme von Sinkflug die Landung ohne Unterbruch mit Reiseleistung betrieben. Danach wurde ein kurzer Lokalfly von 12 Minuten unternommen. Dazwischen wurde das Triebwerk nie stillgelegt. Bis zum Zeitpunkt der ersten Notlandeübung an diesem Morgen wurde der Motor folglich über einen Zeitraum von mindestens 60 Minuten, ohne grössere Unterbrüche bei hoher Leistung betrieben, was dazu führte, dass der Motor besser erwärmt als am Nachmittag war.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Mängel und Faktoren ohne Einfluss auf den schweren Vorfall

Am 24. März 2009 führte ein anderes Flugzeug der Flugschule Grenchen (FSG), die PA-28-161 eingetragen als HB-PPG, Notlandeübungen auf dem Flugplatz Bellechasse durch. Nach dem Durchstart und während des Anfangssteigfluges fiel der Motor aus, weil das Flugzeug technische Mängel aufwies. Dies führte dazu, dass es trotz eingeschalteter Vergaservorwärmung im Sinkflug zu einer Vergaservereisung gekommen war, welche sich im anschliessenden Steigflug auswirken konnte. Die Temperaturen am Boden lagen bei 5 °C, in den darüber liegenden Luftschichten um den Gefrierpunkt. In der Folge führte die Flugschule Grenchen in Eigeninitiative eine Regelung ein, die es verbot, ausserhalb von Flugplätzen Notlandeübungen durchzuführen, wenn dabei das Triebwerk in den Leerlauf genommen wird und die Aussentemperatur unter 0 °C liegt.

Die Flugschule Swiss Aviation Training (SAT), welche zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls der HB-PPV bei der Flugschule Grenchen Flugzeuge für die Flugschulung mietete, kannte keine solche Regelung. Im *operations manual* der SAT war der Grundsatz aufgeführt, dass Regelungen von Partnerorganisationen, sollten diese einschränkender als die eigenen sein, anzuwenden sind. Die Regelung der Flugschule Grenchen wäre demnach anwendbar gewesen, war aber den Verantwortlichen der SAT zum Vorfallzeitpunkt nicht bekannt. Dieser Umstand kann als Ausdruck einer mangelhaften Abstimmung bzw. einer unvollständigen Kommunikation zwischen den beiden Flugschulen gewertet werden. Für den vorliegend untersuchten schweren Vorfall war die Unkenntnis der SAT bezüglich der Regel der FSG allerdings aus mehreren Gründen ohne Belang:

- Die Regelung ist ein Beispiel für eine Sicherheitsmassnahme, die nach einem Unfall in guter Absicht, aber ohne ausreichende Analyse getroffen wurde: Die Gründe für den Unfall in Bellechasse lagen nicht in der Notlandeübung oder in der tiefen Aussentemperatur, sondern an den technischen Mängeln am Mechanismus der Vergaservorwärmung des Flugzeuges. Damit ging die Massnahme am tatsächlichen Problem vorbei.
- Bezüglich Verbesserung der Flugsicherheit erscheint es wenig durchdacht, Notlandeübungen bei tiefen Temperaturen ausserhalb von Flugplätzen zu verbieten, während sie über Flugplätzen gestattet sind. Bei gleicher Ausführung kann es in beiden Fällen zu einem Motorausfall kommen, wobei es auch über einem Flugplatz nicht sicher ist, ob die anschliessende Notlandung gelingt. Der Unfall, welcher die FSG zu dieser Regelung bewog, geschah über einem Flugplatz. Dies illustriert, dass diese Regelung nicht geeignet war, derartige Unfälle zu verhindern.
- Im Weiteren wäre die Regelung im vorliegend untersuchten schweren Vorfall selbst bei Kenntnis durch die Betroffenen nicht anwendbar gewesen, denn sie regelte nur Notlandübungen mit Leerlaufleistung (*idle power*). Während der Notlandeübungen der HB-PPV wurde die Leistung gar nie in den Leerlauf gesetzt, sondern lediglich auf 900 RPM reduziert.

Die Leitung der SAT gab an, dass man in erster Linie aus Lärmgründen dazu übergegangen sei, Notlandeübungen ausserhalb von Flugplätzen nur noch bis zur *key position*, d.h. ungefähr 1000 ft über der angepeilten Notlandefläche, durchzuführen. Notlandeübungen bis in geringe Höhen würden über Flugplätzen durchgeführt. Auf den ersten Blick scheint eine solche Regelung geeignet, um einen Vorfall wie denjenigen der HB-PPV zu verhindern, bei welchem der Leistungsabfall im Queranflug, d.h. nach dem Passieren der *key position* auftrat. Betrachtet man hingegen den Flugverlauf genauer, so stellt man mit Hilfe der Radaraufzeichnungen fest, dass der Leistungsabfall ungefähr 30 bis 40 Sekunden nach dem Einleiten der Übung und nach einem Sinkflug von ungefähr 700 ft eintrat. Ein so kurzer Sinkflug mit nicht einmal voll reduzierter Leistung hätte auch vor der *key position* notwendig werden können und hätte dann zum gleichen Resultat geführt, weil das Flugzeug technische Mängel aufwies. Damit kann der Umstand, dass die Regelung, nur bis zur *key position* zu fliegen, der Besatzung der HB-PPV und auch weiteren Fluglehrern nicht bekannt war, zwar als kommunikativer Mangel, aber nicht als kausaler Faktor für den schweren Vorfall gewertet werden. Ebenso stellen die teilweise unklaren Angaben in den Unterlagen der SAT und die unterschiedlichen Auffassungen der beteiligten Fluglehrer bezüglich der Durchführung von Notlandeübungen zwar einen sicherheitskritischen Befund dar, waren aber keine Faktoren, welche die Entstehung des schweren Vorfalls begünstigten.

2.2.2 Faktoren mit Einfluss auf den schweren Vorfall

Wie oben dargelegt wies das Flugzeug HB-PPV technische Mängel auf, die sich auswirken konnten, obwohl die Durchführung der Notlandeübung umsichtig vorgenommen wurde. So führte man beispielsweise nur kurze Sinkflüge durch und die Leistung wurde wegen der tiefen Aussentemperatur nicht in den Leerlauf reduziert. Die Betätigung der Vergaservorwärmung wäre aufgrund von Temperatur und Taupunkt wahrscheinlich nicht nötig gewesen, die resultierende Gemischanreicherung führte aber aufgrund der deutlich zu mageren Grundeinstellung des Vergasers eher dazu, den Motor am Laufen zu halten.

Nach dem Abfall der Triebwerkleistung im Queranflug übernahm der Fluglehrer das Steuer und versuchte, den Motor durch die üblichen Manipulationen wieder zur Leistungsabgabe zu bewegen. Als dies nicht gelang, setzte er die Prioritäten richtig und konzentrierte sich auf eine Notlandung, die ihm – wie schon jene am 24. März 2009 in Bellechasse mit der HB-PPG – gut gelang.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Der linke Zündmagnet wies eine Einstellung von 28°, der rechte Magnet eine solche von 26.5° vor oberem Totpunkt auf.
- Der Vergaser wies eine deutlich zu magere Grundeinstellung für das Gemisch auf.
- Die Klappe der Vergaservorwärmung wies zu viel mechanisches Spiel auf, war aber grundsätzlich funktionstüchtig.
- Der Elektrodenabstand der Zündkerzen war zu gross. Die Kerzen funktionierten aber grundsätzlich korrekt.
- Im Inneren des Auspuffs fehlten zwei Ablenkleche.
- Das Triebwerk der HB-PPV wurde mit Mehrbereichsöl der Spezifikation SAE15W50 betrieben.
- Das Flugzeug war weder mit einer *winterization plate* vor dem Ölkühler, noch mit einem *engine breather tube winterization kit*, welches die Kurbelgehäuseentlüftung bei tiefen Temperaturen vor dem Zufrieren bewahrt, ausgerüstet. Dieser Umstand wurde mit ökonomischen Überlegungen begründet.
- Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls befanden sich Masse und Schwerpunkt des Flugzeuges innerhalb der zulässigen Grenzen.

3.1.2 Besatzung

- Die Besatzung verfügte über die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es gibt keinen Hinweis darauf, dass die Leistungsfähigkeit der Besatzung während des Fluges eingeschränkt gewesen ist.

3.1.3 Betriebliche Aspekte

- Der Motor wurde vor dem ersten Anlassen am Morgen entweder nicht oder nicht nach den Vorgaben des Motorenherstellers vorgewärmt.
- Die Checkliste der FSG für das Anlassen des Motors enthielt einen Verweis auf eine Verfahrensliste, die ihrerseits einen Verweis auf das Luftfahrzeug-Flughandbuch enthielt.
- Der Motor wurde nicht nach den Vorgaben von Flugzeug- und Motorenhersteller in Betrieb gesetzt.
- Das Flugzeug flog am Morgen vor dem schweren Vorfall mit dem gleichen Fluglehrer von Grenchen nach Neuchâtel. Danach wurde ein Lokalflog durchgeführt, bevor man wieder nach Grenchen zurückflog.
- Der Motor des Flugzeuges wurde vor den ersten Notlandeübungen am Morgen des gleichen Tages für mindestens 60 Minuten mit Reiseleistung betrieben.
- Während den ersten drei Flügen wurde der Motor nicht ausgeschaltet.
- Der Motor wurde zum Betanken in Grenchen für 22 Minuten stillgelegt.

- Nach dem Betanken konnte der Motor nur unter Schwierigkeiten angelassen werden, weil die Herstellervorgaben nicht eingehalten wurden.
- Vom Start bis zum Beginn der ersten Notlandeübung vergingen fünf Minuten.
- Die Leistung wurde während der Notlandeübungen nicht in den Leerlauf zurückgenommen, sondern nur auf 900 RPM reduziert.
- Bei der dritten Notlandeübung verlor der Motor im Queranflug nach 30 bis 40 Sekunden an Leistung.
- Die anschliessende Notlandung konnte erfolgreich durchgeführt werden.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Die Temperaturen am Boden lagen den ganzen Tag hindurch bei ca. -9 °C.
- Nach der Notlandung zeigte das Thermometer des Flugzeuges eine Aussentemperatur von -13.5 °C.
- Die Flugschule Swiss Aviation Training hatte eine Regelung, welche restriktivere Vorschriften von Partnerorganisationen auch für den eigenen Betrieb als verbindlich bezeichnete.
- Nach einer früheren Notlandung eines mit technischen Mängeln behafteten Flugzeuges während einer Notlandeübung hatte die Flugschule Grenchen eine Weisung erlassen, welche Notlandeübungen bei Aussentemperaturen unter dem Gefrierpunkt ausserhalb von Flugplätzen verbot.
- Diese Vorgabe der Flugschule Grenchen, welche einschränkender war als diejenige der SAT, war bei letzterer nicht bekannt.
- Die Anweisungen und Richtlinien für das Durchführen von Notlandeübungen der Flugschule Swiss Aviation Training waren unklar bzw. wurden unterschiedlich instruiert, aufgefasst und umgesetzt.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist auf eine Notlandung aufgrund eines Leistungsverlusts des Motors zurückzuführen, weil das Flugzeug technische Mängel aufwies.

Die folgenden Faktoren haben in Kombination zur Entstehung des Vorfalls geführt:

- Das Flugzeug wurde aus ökonomischen Gründen entgegen der Herstellerangaben ohne die notwendige Zusatzausrüstung für den Betrieb bei tiefen Aussentemperaturen eingesetzt.
- Der Vergaser des Motors wies eine zu magere Grundeinstellung für das Gemisch auf.

Die folgenden Faktoren haben den schweren Vorfall zwar nicht direkt verursacht, wurden aber im Rahmen der Untersuchung als risikoreich erkannt (*factors to risk*):

- Das Flugzeug wies weitere technische Mängel auf.
- Mangelhafte Abstimmung bzw. Kommunikation von Richtlinien zwischen den beteiligten Flugschulen.
- Widersprüchliche und unklare Anweisungen bezüglich der Durchführung von Notlandeübungen.
- Unübersichtliche Checklisten bezüglich des Anlassens des Motors.
- Verwendung eines Vorwärmverfahrens, das im Widerspruch zu den Vorgaben des Motorenherstellers stand.
- Verwendung eines Anlassverfahrens, das im Widerspruch zu Vorgaben von Flugzeug- und Motorenhersteller stand.
- Durchführung einer anspruchsvollen Übung, die bei tiefen Aussentemperaturen zusätzliche Risiken birgt.

Payerne, 11. Dezember 2013

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle

Dieser Schlussbericht wurde von der Geschäftsleitung der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 3 Abs. 4g der Verordnung über die Organisation der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle vom 23. März 2011).

Bern, 23. Januar 2014