



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

Bereich Aviatik

Schlussbericht Nr. 2246 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall des
Flugzeuges Airbus A320-214, HB-IOR,

betrieben durch Belair Airlines
unter Flugnummer AB7785,

vom 1. Oktober 2013

auf dem Flughafen Porto, Portugal

Cause

L'incident grave est dû au fait que l'avion n'a pas atteint les performances de vol nécessaires lors du décollage en raison de son exécution à partir d'une voie d'intersection avec une puissance des réacteurs calculée pour la longueur totale de la piste.

Facteurs ayant joué un rôle dans l'incident grave :

- le fait que le commandant a été distrait par des événements extérieurs lors de la préparation du décollage ;
- la vérification incomplète des *takeoff data* lors de l'exécution de la liste de contrôle précédant le décollage (*checklist before start*) ;
- procédures dont l'exécution de certains points était prévue uniquement lorsque les conditions l'exigent ;
- l'exécution silencieuse de vérifications essentielles.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

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

Gemäss Artikel 3.1 der 10. Ausgabe des Anhangs 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 Vorfalls 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 ist das Original und daher massgebend.

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 koordinierter Weltzeit (*coordinated universal time* – UTC) angegeben. Für Portugal galt zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls die Azoren-Sommerzeit (AZOSZ) als Normalzeit (*local time* – LT). Die Beziehung zwischen LT, AZOSZ und UTC lautet:

LT = AZOSZ = UTC + 1 h.

Inhaltsverzeichnis

Cause	2
Zusammenfassung	6
Untersuchung	6
Kurzdarstellung	6
Ursachen	7
Sicherheitsempfehlungen	7
1 Sachverhalt	8
1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalls	8
1.1.1 Allgemeines.....	8
1.1.2 Vorgeschichte.....	8
1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls.....	9
1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls.....	10
1.2 Personenschäden	10
1.3 Schaden am Luftfahrzeug	10
1.4 Drittschaden	10
1.5 Angaben zu Personen	11
1.5.1 Kommandant.....	11
1.5.2 Copilot.....	11
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug	11
1.6.1 Allgemeines.....	11
1.6.2 Beladung.....	12
1.6.3 System zur Berechnung der für den Start notwendigen Triebwerkleistung.....	12
1.7 Meteorologische Angaben	13
1.7.1 Allgemeine Wetterlage.....	13
1.7.2 Wetter auf dem Flughafen Porto zur Zeit des schweren Vorfalls.....	13
1.7.3 Astronomische Angaben.....	13
1.8 Navigationshilfen	13
1.9 Kommunikation	13
1.10 Angaben zum Flughafen	13
1.11 Flugschreiber	15
1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle	15
1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen	15
1.14 Feuer	15
1.15 Überlebensaspekte	15
1.16 Versuche und Forschungsergebnisse	15
1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	15
1.17.1 Relevante Verfahrensvorgaben des Flugbetriebsunternehmens.....	15
1.17.1.1 Allgemeines.....	15
1.17.1.2 Flugvorbereitungen im Cockpit.....	16
1.17.1.3 Vor dem Start der Triebwerke.....	21
1.17.1.4 Nach dem Starten der Triebwerke.....	23

1.17.1.5	Während des Rollens zur Startpiste.....	24
1.17.1.6	Während des Rollens auf die Startpiste	25
1.18	Zusätzliche Angaben.....	26
1.18.1	Angaben zur Startstreckenberechnung.....	26
1.19	Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken.....	26
2	Analyse	27
2.1	Technische Aspekte	27
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte.....	27
2.2.1	Flugbesatzung	27
2.2.2	Flugbetriebsunternehmen.....	28
3	Schlussfolgerungen.....	30
3.1	Befunde	30
3.1.1	Technische Aspekte	30
3.1.2	Besatzung.....	30
3.1.3	Verlauf des schweren Vorfalls.....	30
3.1.4	Rahmenbedingungen	31
3.2	Ursachen	31
4	Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	32
4.1	Sicherheitsempfehlungen	32
4.2	Sicherheitshinweise	32
4.3	Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	32
	Abkürzungsverzeichnis	33

Schlussbericht

Zusammenfassung

Eigentümer	IGAL MSN 4033 Ltd., Hardcourt Street, Dublin, Irland
Halter	Belair Airlines AG, Sägereistrasse 27, 8152 Glattbrugg
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Luftfahrzeugmuster	A320-214
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-IOR
Ort	Flughafen Porto (LPPR), Portugal
Datum und Zeit	1. Oktober 2013, 15:43 UTC

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 1. Oktober 2013 um 15:43 UTC. Die Meldung traf am 24. Oktober 2013 ein. Portugal delegierte die Untersuchung des schweren Vorfalls an die Schweiz. Die Untersuchung wurde am 22. November 2013 durch die damalige Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle eröffnet. Portugal ernannte einen bevollmächtigten Vertreter, der an der Untersuchung mitwirkte.

Der vorliegende Schlussbericht wird durch die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) veröffentlicht.

Kurzdarstellung

Nach einem Flug von Palma de Mallorca nach Porto wurde das Flugzeug Airbus A320-214, eingetragen als HB-IOR, von der Besatzung für den Rückflug vorbereitet. Dazu wurde die für einen Start auf Piste 17 notwendige Triebwerkleistung für die gesamte zur Verfügung stehende Pistenlänge von 3480 m berechnet.

In der Folge entschied sich die Besatzung für einen Start ab der Rollwegabzweigung *Foxtrot* mit einer verfügbaren Pistenlänge von 1900 m, weil ihr die Flugverkehrsleitung die Möglichkeit bot, damit ein vor ihr zum Pistenbeginn rollendes Flugzeug in der Startsequenz zu überholen. Der anschliessende Start erfolgte mit der Triebwerkleistung, die zuvor für die gesamte Pistenlänge berechnet worden war. Diese Triebwerkleistung war ausreichend für einen normalen Startvorgang, genügte jedoch den betrieblichen Anforderungen nicht, den Start bei einem Triebwerksausfall innerhalb der verbleibenden Pistenlänge fortsetzen bzw. abbrechen zu können.

Es entstand kein Schaden. Der Flug AB7785 nach Palma de Mallorca konnte wie geplant durchgeführt werden.

Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass das Flugzeug die notwendigen Flugleistungen beim Start nicht erreichte, weil die Flugbesatzung den Start von einer Rollwegabzweigung (*intersection*) aus mit einer Triebwerkleistung durchführte, die für die gesamte Pistenlänge berechnet worden war.

Folgende Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- der Umstand, dass sich der Kommandant während der Startvorbereitungen durch äussere Umstände ablenken liess;
- die unvollständige Überprüfung der *takeoff data* im Rahmen der Prüfliste *before start*;
- Verfahrensvorgaben, die einzelne Überprüfungen nur unter der Bedingung vorsahen, dass diese auch notwendig seien;
- die stillschweigende (*silent*) Ausführung essenzieller Überprüfungen.

Sicherheitsempfehlungen

Im Rahmen der Untersuchung wurden keine Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen.

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalles

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalles wurden die Aussagen der Flugbesatzungsmitglieder sowie die Aufzeichnungen des *quick access recorder* und der *electronic flight bags* (EFB) verwendet. Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs, der Radardaten und der Flugschreiber standen nicht mehr zur Verfügung.

Während des gesamten Fluges war der Kommandant als fliegender Pilot (*pilot flying* – PF) und der Copilot als assistierender Pilot (*pilot not flying* – PNF) eingesetzt.

1.1.2 Vorgeschichte

Nach einem Flug von Palma de Mallorca nach Porto, mit einer um 13 Minuten verspäteten Ankunft, wurde die HB-IOR von der Besatzung für den Rückflug unter der Flugnummer AB7785 vorbereitet.

Im Rahmen dieser Vorbereitung ging der Kommandant zunächst von einer geschätzten Abflugmasse von 66 800 kg aus. Seine auf dieser Masse beruhende Berechnung der notwendigen Triebwerkleistung wurde um 15:14 UTC durchgeführt und zeigte, dass ein Start auf der Piste 17 ab der Rollwegabzweigung *Foxtrot* (*intersection takeoff*) zur Einsparung der für das Rollen zum Pistenbeginn benötigten Zeit nur mit maximaler Triebwerkleistung möglich war. Zur Schonung der Triebwerke plante er deshalb einen Start ab Pistenbeginn (*full length takeoff*) mit reduzierter Triebwerkleistung. Die zugehörige Berechnung führte er um 15:15 UTC durch.

In der Folge erhielt der Kommandant die endgültigen Angaben zur Beladung des Flugzeuges, zusammen mit der Massen- und Schwerpunktsberechnung (*loadsheet*). Dieses wies eine Abflugmasse von 62 811 kg aus und enthielt eine Zeitmarke von 15:10 UTC. Der Betriebsflugplan (*operational flight plan*) enthielt neben der geplanten Flugroute eine Massenangabe von 63 320 kg.

Mit den Angaben des *loadsheet* berechnete der Kommandant um 15:20 UTC für die gesamte zur Verfügung stehende Pistenlänge (*takeoff run available* – TORA) von 3480 m erneut die Triebwerkleistung, die der maximal möglichen Schonung der Triebwerke entsprach. Dabei wurde für die im Falle eines Triebwerkausfalls und eines fortgesetzten Startvorgangs zu erwartende Startrollstrecke (*takeoff run* – TOR) ein Wert von 2076 m ermittelt, für die zugehörige Startstrecke bis auf eine Höhe von 35 ft (*takeoff distance* – TOD) ein Wert von 2463 m, und für die im Falle eines Startabbruchs benötigte Pistenlänge (*accelerate stop distance* – ASD) ein Wert von 2394 m (vgl. Abbildung 2). Für den Start ab *intersection Foxtrot* stand eine TORA von 1900 m zur Verfügung.

Anschliessend gab der Kommandant die Daten gemäss dieser Berechnung in das für die Steuerung der Triebwerkleistung beim Start zuständige System (*flight management and guidance system* – FMGS) ein und nahm zusammen mit dem Copiloten die Vorflugbesprechung (*takeoff briefing*) für den geplanten *full length takeoff* vor.

Noch während des *takeoff briefing* nahm sich der Kommandant aufgrund der geringer als ursprünglich geschätzt ausgefallenen Abflugmasse vor, die Möglichkeit für einen *intersection takeoff* im Anschluss erneut zu prüfen.

Nach der erfolgten Vorbereitung auf einen *full length takeoff* nahm der Kommandant um 15:25 UTC wie von ihm vorgesehen die Berechnung für einen *intersection takeoff* vor, basierend auf einer Startmasse von 63.0 Tonnen. Diese Berechnung wurde anschliessend vom Copiloten kontrolliert. Der Kommandant hielt die Resultate vorerst auf einem Zettel fest und verschob die zugehörige Eingabe in das FMGS infolge einer Ablenkung durch den Handling-Agenten auf später.

Der Handling-Agent informierte die Flugbesatzung über einen fehlenden Passagier. Der Kommandant verliess in der Folge das Cockpit, um sich selbst um diese Angelegenheit zu kümmern. Er kehrte nach rund zehn Minuten zurück. Kurz darauf erhielt die Flugbesatzung von der Flugverkehrsleitung die Freigabe für das Zurückstossen des Flugzeuges und das Starten der Triebwerke.

Die zuvor aufgeschobene Eingabe der neu berechneten Daten in das FMGS wurde in der Folge nicht mehr vorgenommen. Dazu sagte der Kommandant später aus: *„Normalerweise programmiere ich die konservative Variante, also den intersection takeoff, ins FMGS und notiere die full length performance auf einen Zettel, habe das aber auf später verschoben.“* Der Copilot gab in Bezug auf diesen Umstand zu Protokoll: *„Ich war der Auffassung, dass die ‚intersection takeoff-Daten‘ im FMGS programmiert waren, nachdem wir übereingekommen waren, dass dieser am sinnvollsten wäre, um Zeit zu sparen. Beim engine start war ich überzeugt, dass alles korrekt für einen intersection takeoff vorbereitet war.“*

1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalles

Um 15:36 UTC, mit einer Verspätung von 21 Minuten auf den Flugplan, erfolgten das Zurückstossen des Flugzeuges und das Starten der Triebwerke. Während des anschliessenden Rollens ersuchte die Flugbesatzung die Flugverkehrsleitung um die Freigabe, ab der *intersection Foxtrot* starten zu dürfen.

Ein vor der HB-IOR zum Start rollendes Flugzeug erhielt von der Flugverkehrsleitung die Freigabe, für einen bevorstehenden *full length takeoff* auf der Piste zum Pistenbeginn zu rollen. Die Flugverkehrsleitung fragte deshalb bei der Flugbesatzung der HB-IOR nach, ob sie noch vor diesem Flugzeug für einen sofortigen Start ab der *intersection Foxtrot* bereit sei. Nachdem die Flugbesatzung dies bejahte, wurde die Starterlaubnis umgehend erteilt.

Um 15:43 UTC startete die HB-IOR mit 153 Passagieren an Bord ab der *intersection Foxtrot* mit der Triebwerkleistung, die für den *full length takeoff* vorgesehen gewesen war. Diese reduzierte Triebwerkleistung war zwar ausreichend für einen normalen Startvorgang, genügte jedoch gemäss den offiziellen Leistungsberechnungen des Flugzeugherstellers den folgenden Anforderungen nicht (vgl. Kapitel 1.18.1):

- das Flugzeug bei einem Startabbruch bis zum Erreichen der Entscheidungsgeschwindigkeit innerhalb der verbleibenden Pistenlänge anhalten zu können;
- bei einem Triebwerkausfall nach Erreichen der Entscheidungsgeschwindigkeit den Start fortsetzen zu können.

Beide Piloten gewannen während des Startvorgangs den Eindruck, dass die verbleibende Pistenlänge ungewöhnlich kurz sei. Von der Möglichkeit, die Leistung der Triebwerke während des Startvorgangs mittels der Leistungshebel auf die maximale Startleistung zu erhöhen, wurde kein Gebrauch gemacht.

Die Entscheidungsgeschwindigkeit von 140 Knoten wurde 700 m vor dem Pistenende, querab von Rollwegabzweigung *Delta*, erreicht. Querab von Rollwegabzweigung *Charlie*, 350 m vor dem Pistenende, hob das Flugzeug ab. Über dem Pistenende registrierte der Radarhöhenmesser eine Flughöhe von 104 ft (vgl. Abbildung 1).

Nach dem Start schilderte der Copilot dem Kommandanten seinen während des Startvorgangs gewonnenen Eindruck. Darauf fand eine kurze Diskussion zwischen den Piloten statt, in deren Verlauf der Irrtum noch nicht bemerkt wurde; betriebliche Aspekte des bevorstehenden Flugverlaufes erforderten ihre Aufmerksamkeit. Der Flug AB7785 nach Palma de Mallorca konnte in der Folge wie geplant durchgeführt werden.

Nach dem Ende seines Flugdienstes wurde sich der Kommandant eines möglichen Irrtums gewahr und setzte den Copiloten und den *flight safety officer* des Flugbetriebsunternehmens darüber in Kenntnis. Dieser konnte aufgrund der ihm vorliegenden Daten bestätigen, dass der Start in Porto mit einer unzureichenden Triebwerkleistung erfolgt war.

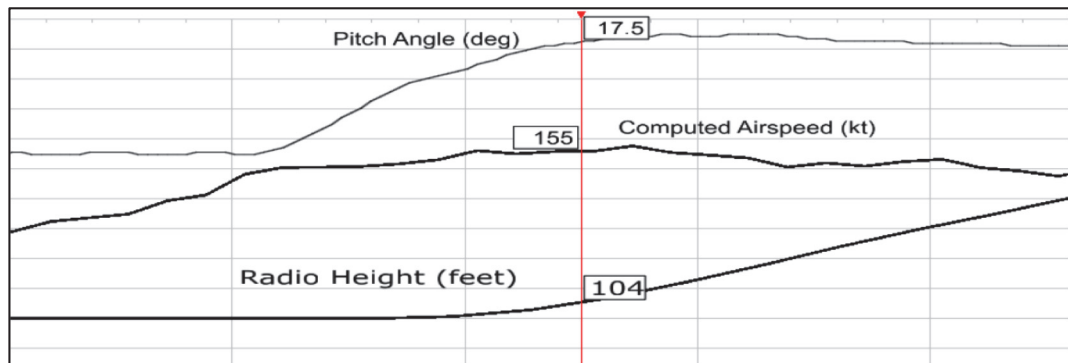


Abbildung 1: Anstellwinkel (*pitch angle*), Fluggeschwindigkeit (*computed airspeed*) und Höhe über Grund (*radio height*) zum Zeitpunkt des rot markierten Überfluges des Pistenendes.

1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls

Ort	Piste 17 des Flughafens Porto (LPPR), Portugal
Datum und Zeit	1. Oktober 2013, 15:43 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Koordinaten	41° 14' 55" N, 8° 40' 53" W (WGS 84)
Höhe	60 m/M

1.2 Personenschäden

Nicht betroffen

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Nicht betroffen

1.4 Drittschaden

Nicht betroffen

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Kommandant

Person	Schweizer Bürger, Jahrgang 1967	
Lizenz	Führerausweis für Verkehrspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>airline transport pilot licence aeroplane</i> – ATPL(A)) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (<i>European Aviation Safety Agency</i> – EASA)	
Flugerfahrung	Gesamthaft	9611 h
	Auf dem Vorfallmuster	1624 h
	Während der letzten 90 Tage	125 h
	Davon auf dem Vorfallmuster	125 h

Alle vorliegenden Angaben deuten darauf hin, dass der Kommandant seinen Dienst ausgeruht und gesund antrat. Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle spielte.

1.5.2 Copilot

Person	Schweizer Bürger, Jahrgang 1980	
Lizenz	ATPL(A) nach EASA	
Flugerfahrung	Gesamthaft	2185 h
	Auf dem Vorfallmuster	1335 h
	Während der letzten 90 Tage	148 h
	Davon auf dem Vorfallmuster	148 h

Alle vorliegenden Angaben deuten darauf hin, dass der Copilot seinen Dienst ausgeruht und gesund antrat. Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle spielte.

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

1.6.1 Allgemeines

Eintragungszeichen	HB-IOR	
Luftfahrzeugmuster	A320-214	
Charakteristik	Zweimotoriges Kurz- und Mittelstreckenflugzeug mit Turbofanantrieb	
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich	
Eigentümer	IGAL MSN 4033 Ltd., Hardcourt Street, Dublin, Irland	
Halter	Belair Airlines AG, Sägereistrasse 27, 8152 Glattbrugg	
Triebwerke	CFM International CFM56-5B4/P	
Höchstzulässige Massen	Start	77 000 kg
	Landung	64 500 kg

1.6.2 Beladung

Die Beladung der HB-IOR bestand aus 153 Passagieren, 6 Besatzungsmitgliedern, 1987 kg Gepäck und 5700 kg Treibstoff. Damit wurde eine Abflugmasse von 62 811 kg errechnet. Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch (*aircraft flight manual* – AFM) zulässigen Grenzen.

1.6.3 System zur Berechnung der für den Start notwendigen Triebwerkleistung

Die Berechnung der für den Start notwendigen Triebwerkleistung und Geschwindigkeiten (*takeoff performance calculation*) muss von der Flugbesatzung auf einem *electronic flight bag* (EFB) ausgeführt werden. Dazu steht beiden Piloten je ein EFB zur Verfügung. Die zugehörigen Bildschirme befinden sich im Cockpit unterhalb der aufschiebbaeren Seitenfenster.

Zu den für diese Berechnung notwendigen Eingaben in den EFB gehören die Startmasse, meteorologische Daten sowie die Angabe der Startpiste inklusive beabsichtigter *intersection*. Die Resultate müssen vom Bildschirm des EFB (vgl. Abbildung 2) abgelesen und über die Tastatur einer *multipurpose control and display unit* (MCDU) in das FMGS des Flugzeuges eingegeben werden. Beiden Piloten steht je eine MCDU zur Verfügung.

Das FMGS regelt beim Start die Triebwerkleistung auf den Wert, der den vorausgegangenen Eingaben der Flugbesatzung in eine der beiden MCDU entspricht.

Die im Einzelnen auf einem EFB durchgeführten Berechnungen werden gespeichert, um die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten.



Abbildung 2: Resultate der *takeoff performance calculation* auf dem Bildschirm eines EFB.

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeine Wetterlage

Ein Tief westlich von Irland steuerte eine Kaltfront über den Norden von Portugal. Hinter der sich abschwächenden Frontalzone gelangte geringfügig trockenere Luft zur Iberischen Halbinsel. Konvergente Winde und eine Temperaturinversion führten entlang der Küste zu ausgedehnten Schichtwolken mit tiefer Basis.

1.7.2 Wetter auf dem Flughafen Porto zur Zeit des schweren Vorfalls

Die Flugplatzwettermeldung des Flughafens Porto von 15:00 UTC lautete:

LPPR 011500Z 23008KT 9999 SCT007 BKN012 20/18 Q1009=

Ausgeschrieben bedeutet dies, dass am 1. Oktober 2013 kurz vor der Ausgabezeit der Flugplatzwettermeldung von 15:00 UTC auf dem Flugplatz Porto die folgenden Wetterbedingungen beobachtet wurden:

Wind	8 Knoten aus 230°
Meteorologische Sicht	10 km oder mehr
Bewölkung	3/8 – 4/8 auf 700 ft AAE ¹ 5/8 – 7/8 auf 1200 ft AAE
Temperatur	20 °C
Taupunkt	18 °C
Luftdruck (QNH)	1009 hPa (Luftdruck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO-Standardatmosphäre)

Diese Flugplatzwettermeldung stand der Besatzung für die Flugvorbereitung zur Verfügung. Bis zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls um 15:43 UTC änderten sich die Wetterbedingungen nicht.

1.7.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand: Azimut: 224°, Höhe: 35°

Beleuchtungsverhältnisse: Tag

1.8 Navigationshilfen

Nicht betroffen

1.9 Kommunikation

Es standen keine Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs zur Verfügung.

Gemäss Angaben der Flugbesatzung wickelte sich der Funkverkehr mit der Flugverkehrsleitung in Porto ordnungsgemäss und ohne Schwierigkeiten ab.

1.10 Angaben zum Flughafen

Der Flughafen Porto liegt 11 km nördlich des Stadtzentrums annähernd auf Meereshöhe. Er ist nach Lissabon der zweitgrösste Verkehrsflughafen Portugals. Das Pistensystem umfasst eine einzige, parallel zur nahegelegenen Atlantikküste verlaufende Piste 17/35 mit einer Länge von 3480 m.

¹ AAE: *above aerodrome elevation*, über Flugplatzbezugshöhe

Das Rollwegsystem endet mit der *intersection Foxtrot*, sodass für Starts von der Piste 17 auf der Piste selbst zum Pistenbeginn gerollt werden muss; ist die Piste auf diese Weise von einem zum Start rollenden Flugzeug belegt, steht sie für Landungen nicht mehr zur Verfügung, wohl aber für Starts ab der *intersection Foxtrot* in südlicher Richtung.

Für Starts von der Piste 17 ab der *intersection Foxtrot* steht eine Pistenlänge von 1900 m zur Verfügung. Die hinter dem Pistenende befindliche Fläche steht im Falle eines Startabbruchs nicht als Bremsweg (*stopway*) zur Verfügung.

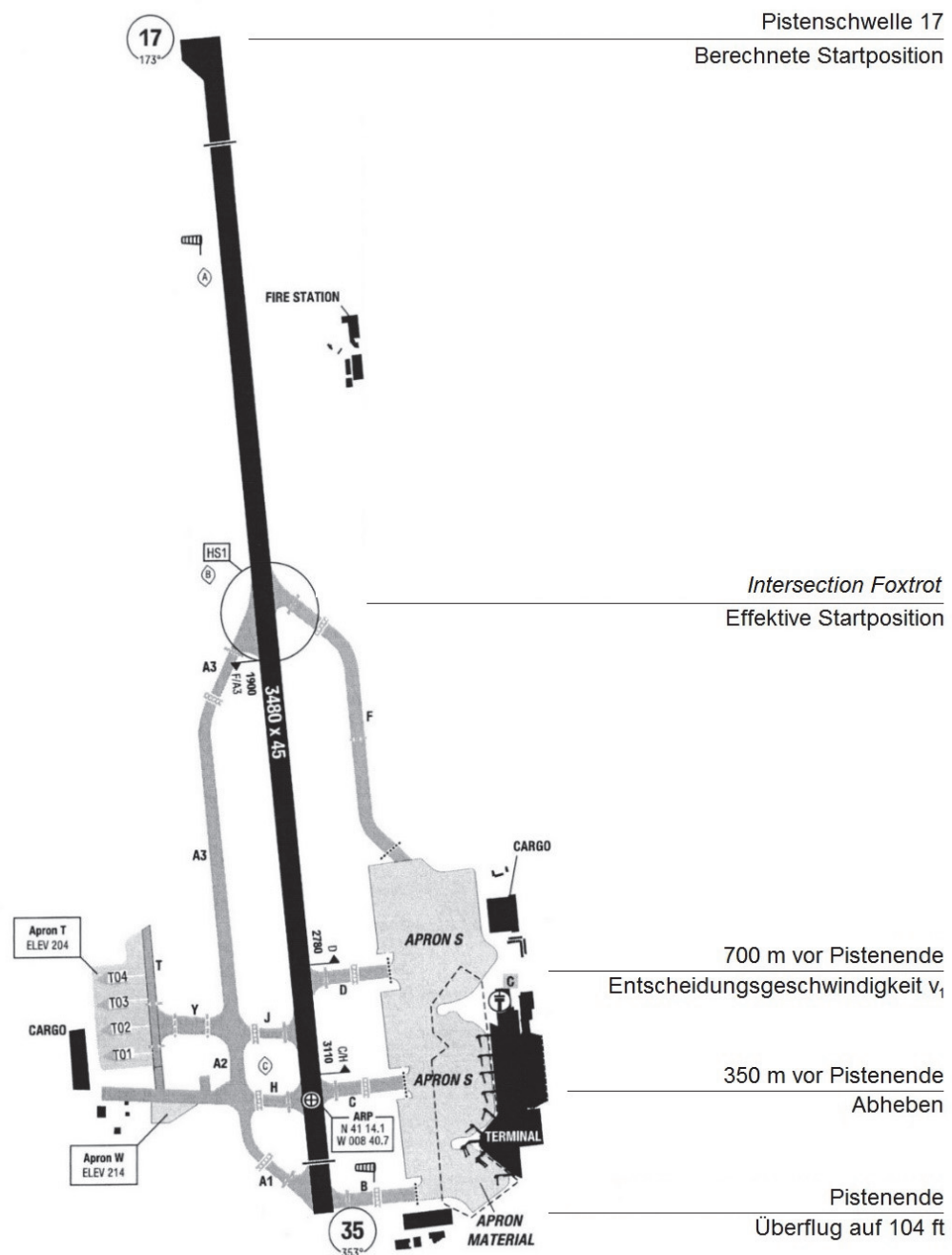


Abbildung 3: Piste und Rollwege des Flughafens Porto und Startverlauf der HB-IOR

Im Einzelnen stehen auf der Piste 17 für den Flugbetrieb die folgenden Strecken zur Verfügung:

	TORA ²	TODA ³	ASDA ⁴
Piste 17 ab Pistenbeginn	3480 m	3480 m	3480 m
Piste 17 ab <i>intersection F</i>	1900 m	1900 m	1900 m

1.11 Flugschreiber

Die Daten sowohl des Flugdatenschreibers als auch des Voicerekorders standen der Untersuchung aufgrund der späten Meldung des schweren Vorfalls nicht mehr zur Verfügung.

1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

Nicht betroffen

1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen

Nicht betroffen

1.14 Feuer

Nicht betroffen

1.15 Überlebensaspekte

Nicht betroffen

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Nicht betroffen

1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

1.17.1 Relevante Verfahrensvorgaben des Flugbetriebsunternehmens

1.17.1.1 Allgemeines

Die für die Erstellung der *takeoff performance calculation* und die Eingabe deren Resultate in die MCDU-relevanten Verfahrensvorgaben (*operating procedures*) finden sich aufgeteilt auf verschiedene Publikationen. Zu diesen gehören in erster Linie die Betriebshandbücher (*operations manual* – OM) OM A und OM B des Flugbetriebsunternehmens. Das OM A enthält allgemeine Verfahrensvorgaben, während das OM B die zu Flugzeugen der Baureihe Airbus A320 gehörigen Verfahrensvorgaben enthält.

Das OM B verweist grundsätzlich auf die Anwendbarkeit des 4410 Seiten umfassenden *flight crew operating manual* (FCOM) des Flugzeugherstellers Airbus: „*Generally, the standard Airbus FCOM is used for Belair Operations.*“ Es ergänzt das FCOM jedoch mit zusätzlichen Verfahrensvorgaben: „*In some areas of operation the Belair SOPs [standard operating procedures] are complementary to Airbus procedures and represent our unique philosophy.*“

Das FCOM seinerseits komplementiert das *airplane flight manual* (AFM) des Flugzeugherstellers. Es ist insofern bereits auf die Bedürfnisse der Fluggesellschaft

² TORA: *takeoff run available*

³ TODA: *takeoff distance available*

⁴ ASDA: *accelerate-stop distance available*

zugeschnitten, als es für weitere ergänzende oder abweichende Verfahrensvorgaben wiederum Referenz nimmt auf das *company data manual* (CDM) der Airberlin group: „*AB group has not amended the Airbus FCOM chapters except for added notes to indicate differences between AB group SOP and Airbus SOP or when additional information are required. These notes include the reference linked to the corresponding chapter within the company data manual (CDM).*“

In weiterer Ergänzung zum FCOM wird insbesondere zu Ausbildungszwecken das *flight crew training manual* (FCTM) des Flugzeugherstellers eingesetzt. Für die tägliche Arbeit der Flugbesatzungen im Cockpit steht zudem das *quick reference handbook* (QRH) des Flugzeugherstellers zur Verfügung, das neben anderem eine Zusammenfassung des für den vorliegenden Fall relevanten Kapitels *normal procedures* des FCOM in der Form von Prüflisten enthält. Sowohl das FCTM als auch das QRH enthalten ebenfalls Verweise auf das CDM.

Bezüglich der Benützung des QRH verweist das FCOM wie folgt auf das CDM: „*AB group: Use of QRH chapters as a guideline: (Refer to CDM/FCOM-PRO-NOR-SOP-AB group Modification-Use of QRH).*“ An der referenzierten Stelle im CDM wird Folgendes festgehalten:

„*Normally the SOP items are performed by memory. There is no need to use the QRH-Normal Operation chapters to perform the items. [...] But it is also allowed to use the QRH as a guideline, for example during:*

- *Preliminary Cockpit Preparation*
- *Cockpit Preparation*

„*Ensure that all items are completed in the correct sequence.*“

Das QRH ist das einzige Dokument, das die Piloten in Papierform greifbar haben. Die übrigen Dokumente stehen in elektronischer Form auf den EFB zur Verfügung und sind durch Querverweise miteinander verbunden. Zum Gebrauch des CDM enthält ebendieses Manual deshalb die Erklärung: „*So there is no need for the flight crews to use this manual directly. Links are implemented in the FCOM and FCTM and guide the flight crew to the corresponding company procedure in this manual.*“

Anweisungen zum Gebrauch des EFB hält die Belair in einem *less paper concept manual* (LPC Manual) fest.

1.17.1.2 Flugvorbereitungen im Cockpit

Die *takeoff performance calculation* und die zugehörige Eingabe der Daten ins FMGS finden im Rahmen des Verfahrens *cockpit preparation* statt. Dieses Verfahren wird im QRH in Form einer Prüfliste dargestellt. Darin erscheint als erster relevanter Verfahrensbestandteil die Akquisition der *airfield data* durch den PF.

PF	PNF
* AIRFIELD DATA.....OBTAIN	

Abbildung 4: Akquisition der *airfield data*. Auszug aus dem Verfahren *cockpit preparation* des QRH.

Die *airfield data* beinhalten die Angaben zur in Gebrauch stehenden Piste und zu Wetterdaten, die zusammen mit den Angaben zur Beladung des Flugzeuges für die Ausführung der *takeoff performance calculation* benötigt werden.

Der nächste relevante Verfahrensabschnitt ist die ebenfalls durch den PF vorzunehmende *FMGS data insertion*.

PF	PNF
* FMGS DATA INSERTION:	
ZFWCG, ZFW, BLOCK FUEL.....	INSERT
TAKEOFF DATA.....	INSERT
PRESET SPEEDS.....	AS RQRD

Abbildung 5: FMGS data insertion. Auszug aus dem Verfahren cockpit preparation des QRH.

Die FMGS data insertion beinhaltet die Eingabe der Beladungsdaten des Flugzeuges („ZFWCG, ZFW, BLOCK FUEL“) sowie der Resultate der takeoff performance calculation („TAKEOFF DATA“) in das FMGS.

Für den Fall, dass die Angaben zur Beladung des Flugzeuges noch nicht verfügbar sind, hält das FCOM in der detaillierten Beschreibung der FMGS data insertion fest, dass auch eine auf Schätzungen beruhende, vorläufige Eingabe möglich ist: „If ZFW and ZFWCG are unavailable, it is acceptable to enter the expected values in order to obtain predictions. Similarly, the flight crew may enter the expected fuel on board, if refueling has not been completed at that time.“

Der PNF befindet sich während dieser Phase der cockpit preparation im Normalfall ausserhalb des Cockpits, um die Überprüfung des Flugzeuges von aussen (exterior walk-around) vorzunehmen. Nach der Rückkehr des PNF ins Cockpit („when both pilots are seated“), hat dieser die folgende FMGS data confirmation auszuführen.

PF	PNF
* FMGS DATA CONFIRMATION:	
AIRFIELD DATA.....	CONFIRM
ATC CLEARANCE.....	OBTAIN (CM2)
IRS ALIGN.....	CHECK
GROSS WEIGHT INSERTION.....	CHECK
TO DATA.....	CHECK
F-PLN A.....	CHECK
* FUEL QTY	CHECK
* TAKEOFF BRIEFING.....	PERFORM
	* ATC CODE.....SET
	* FUEL QTY
	CHECK

Abbildung 6: FMGS data confirmation. Auszug aus dem Verfahren cockpit preparation des QRH.

Im Rahmen der FMGS data confirmation überprüft der PNF die zuvor vom PF erhobenen airfield data und vorgenommenen Eingaben. In der im Folgenden dargestellten detaillierten Beschreibung dieses Verfahrens aus dem FCOM wird die Ausführung einer takeoff performance calculation zum ersten Mal explizit erwähnt: „The PNF calculates and checks takeoff data.“

FMGS DATA CONFIRMATION

Ident.: PRO-NOR-SOP-06-00011253.0001001 / 18 NOV 11

Applicable to: ALL

- * AIRFIELD DATA.....CONFIRM
- * ATC CLEARANCE.....OBTAIN
- * IRS ALIGN.....CHECK

On the POSITION MONITOR page, check that the IRS are in NAV mode, and check that the distance between each IRS and the FMS position is lower than 5 nm. Select ND in ROSE-NAV or ARC mode, and confirm that the aircraft position is consistent with the position of the airport, the SID and the surrounding NAVAIDs.

- * GROSS WEIGHT INSERTION..... CHECK

The PNF checks FMGS data.

- * TO DATA.....CALCULATE/CHECK

The PNF calculates and checks takeoff data.

- * F-PLN A page..... CHECK

- Select the EFIS CSTR pushbutton switch on.
- Ensure that the inserted F-PLN agrees with planned routes. Refer to PRO-NOR-SRP-01-10 FMGS Initialization
- Use the scroll key to check the whole F-PLN thoroughly, using ND in PLAN mode as necessary. Tracks and distances between waypoints are displayed on the second line from the top of the MCDU. SID and EOSID tracks and distances must be checked from the appropriate navigation charts.
- Check speed and altitude constraints. Add new speed or altitude constraints if required.

Abbildung 7: FMGS data confirmation mit detaillierte Beschreibung im FCOM

Im Anschluss an die FMGS data confirmation führt der PF das *takeoff briefing* durch und beendet damit die *cockpit preparation*. Zum Inhalt des *takeoff briefing* macht das FCOM keine Angaben; diese sind im FCTM enthalten und beinhalten die Empfehlung zur erneuten Überprüfung der in das FMGS eingegebenen Daten durch beide Flugbesatzungsmitglieder: „*The takeoff briefing should be relevant, concise and chronological. When a main parameter is referred to by the PF, both flight crew members must crosscheck that the parameter has been set or programmed correctly.*“

Bezüglich der für die *cockpit preparation* gültigen Arbeitsteilung (*tasksharing*) zwischen den Piloten wird im FCOM wie folgt auf eine für die Airberlin group von ebendiesem Manual abweichende Regelung hingewiesen:

INTRODUCTION

Ident.: PRO-NOR-SOP-06-00011153.0001001 / 20 AUG 12

Applicable to: ALL

Items marked by (*) are the only steps to be completed during a transit stop.

Note: AB group: Tasksharing customized (Refer to CDM/FCOM-PRO-NOR-SOP-AB GROUP MODIFICATIONS-COCKPIT PREPARATION-TASKSHARING).

The PF and PNF should perform the cockpit preparation according to the panel scan sequence defined below (Refer to Panel Scan Sequence), and the task sharing defined in the QRH (Refer to QRH/Task Sharing for Abnormal/Emergency Procedures).

Abbildung 8: Hinweis auf das *tasksharing* für die *cockpit preparation* im FCOM

Darin ist vor der Angabe des Herstellers, dass sich das *tasksharing* nach dem QRH zu richten habe, ein Hinweis auf die hiervon abweichende Regelung im CDM zu

finden. Aus dieser geht hervor, dass die gemäss Vorgaben von Airbus dem PNF zugeteilten Verfahrensschritte auf Flugzeugen der Airberlin und Belair vom PF auszuführen sind, und die dem PF zugeteilten Verfahrensschritte auf Flugzeugen der Niki vom Copiloten:

TASKSHARING

airberlin	Belair	Niki
Performed by PF.		Items by PF are transferred to CM2.

Abbildung 9: Hinweis auf das *tasksharing* für die *cockpit preparation* im CDM

Gemäss Angaben der Belair ist Abbildung 9 so zu interpretieren, dass das *tasksharing* für die *cockpit preparation* für Piloten der Airberlin und Belair der Vorgabe des FCOM bzw. QRH entspricht.

In weiterer Ergänzung zur *cockpit preparation* des FCOM enthält das CDM das folgende Verfahren der *LPC cockpit preparation*. Diese sieht die Ausführung einer vorläufigen, also auf einer geschätzten Beladung beruhenden und vom PF auszuführenden *takeoff performance calculation* explizit vor: „*PRELIMINARY T/O PERF...COMPUTE and CROSS CHECK*“.

LPC COCKPIT PREPARATION	
Applicable to: ALL	
PF	PNF
AIRFIELD DATA..... OBTAIN	
ERM CHARTS.....PREPARE	ERM CHARTS.....PREPARE
•If loadsheet (W&B) application is used:	
PRELIMINARY LOADING...COMPUTE and CROSSCHECK	
PRELIMINARY T/O PERF.. COMPUTE and CROSSCHECK	
MCDU ZFWCG/ZFW.....INSERT	
MCDU BLOCKFUEL..... INSERT	
MCDU TAKEOFF DATA.....INSERT ⁽¹⁾	
TAKEOFF BRIEFING (using MCDU).....PERFORM	TAKEOFF BRIEFING (using departure charts)..... CHECK

⁽¹⁾ May be delayed until final load figures received.

Abbildung 10: Kurzform der *LPC cockpit preparation* im CDM

Auf welcher Grundlage die für diese vorläufige Berechnung notwendige Schätzung der Abflugmasse zu erfolgen hat, lässt dieses Verfahren offen (vgl. auch Abbildung 11).

Die zwei anschliessenden Punkte sehen die Eingabe von geschätzten Beladungsdaten in die MCDU vor. Hier sind gemäss der detaillierten Verfahrensbeschreibung im CDM als Schätzwert die Angaben des Betriebsflugplans (*operational flight plan* – OFP) zu verwenden.

Es folgt die Anweisung zum Übertrag der Resultate aus der vorläufigen *takeoff performance calculation* vom EFB (in Abbildung 11 als LPC bezeichnet) in die MCDU durch den PF, verbunden mit dem Hinweis, dass dieser Übertrag aufgeschoben werden kann, bis die endgültigen Resultate vorliegen.

LPC COCKPIT PREPARATION

Applicable to: ALL

PRELIMINARY PERFORMANCE DETERMINATION

The PF computes the preliminary takeoff performance data in accordance with the technical condition of the aircraft and/or any other criteria that may impact the performance data (e.g. NOTAM, runway condition, aircraft configuration).

AIRFIELD DATA.....OBTAIN | PF

Obtain airfield data that will be used for preliminary takeoff performance computation.

ERM CHARTS.....PREPARE | BOTH

Prepare for departure briefing by choosing charts.

PRELIMINARY TAKEOFF PERF..... COMPUTE AND CROSSCHECK | PF

In the TAKEOFF application, enter the parameters in accordance with the estimated departure conditions :

- *In the panel of the runway computation, enter the runway characteristics. Any NOTAM affecting the airport data should be considered.*

Note: *In anticipation of a possible runway change, select multiple runways, as applicable in the MULTIPLE RWY panel.*

- *In the CONDITIONS panel, enter the outside conditions (WIND, OAT, QNH, etc ...), check or enter the aircraft TOW (and TOCG for A320 aircraft), and the aircraft configuration (e.g. CONF, anti-ice, air conditioning, etc ...)*
- *For the aircraft status, check or select the MEL/CDL items, if any.*

Launch the computation and crosscheck the results.

FMGS DATA INSERTION**GROSS WEIGHT INSERTION (INIT B PAGE)**

MCDU ZFWCG/ZFWINSERT | PF

If the LOADSHEET (W & B) application is used:

- *PF inserts the ZFWCG and ZFW as computed on his LPC.*

If EDP is used:

- *PF inserts ZFWCG 25 % and ZFW from OFP as default values.*

MCDU BLOCK FUEL..... INSERT | PF

Insert the Block Fuel from the OFP calculation.

TAKEOFF DATA INSERTION (PERF TAKEOFF PAGE)

MCDU TAKEOFF DATA.....INSERT | PF

The PF inserts the takeoff data as computed on his LPC in the PERF TAKEOFF page of the MCDU:

- *V1, VR, V2, FLEX TO TEMP*
- *FLAPS and THS*

May be delayed until final load figures received.

Note: *The PF checks and updates if applicable, the takeoff shift, the THR reduction ALT and the EO acceleration ALT.*

TAKEOFF BRIEFING.....PERFORM/CHECK | BOTH

The PF performs the takeoff briefing using the MCDU flight plan. The PNF crosschecks the takeoff briefing using the ERM manual or appropriate paper charts.

Abbildung 11: Detaillierte Beschreibung der LPC cockpit preparation im CDM

1.17.1.3 Vor dem Start der Triebwerke

Das Verfahren *before pushback or start* aus dem QRH sieht zu Beginn die Eingabe der endgültigen Resultate der *takeoff performance calculation* in die MCDU und die Kontrolle dieser Eingabe vor.

CM1	CM2
LOADSHEET..... CHECK	
TAKE-OFF DATA..... ENTER/REVISE (PF)	
TAKE-OFF DATA..... CHECK (PNF)	
SEAT BELTS..... ADJUST	SEAT BELTS..... ADJUST
MCDU PERF T/O (PF)	
MCDU F-PLN (PNF)	
	EXT PWR CHECK OFF
	PUSHBACK/START CLEARANCE..... OBTAIN
NW/S DISC..... CHECK AS RQRD	
WINDOW/DOORS..... CHECK	WINDOW..... CHECK
RADIO DISABLED SHOWN ON EFB II <✳> CHECK	RADIO DISABLED SHOWN ON EFB II <✳> CHECK
BEACON..... ON	
SEAT BELTS..... ON	
THR LEVERS..... IDLE	
PARK BRK ACCU PRESS..... CHECK	
PARK BRK AS RQRD	
"BEFORE START C/L"	

Abbildung 12: Verfahren *before pushback or start* im QRH

Die Arbeitsteilung erfolgt in diesem Verfahren grundsätzlich nicht wie bisher zwischen dem PF und dem PNF, sondern zwischen dem Kommandanten (CM1) und dem Copiloten (CM2). In Abweichung hiervon erfolgt die Eingabe der *takeoff data* dennoch wie bisher durch den PF und die Kontrolle dieses Schrittes durch den PNF.

Der zweite und der dritte Punkt des Verfahrens, welche die *takeoff performance calculation* betreffen, werden im FCOM wie folgt detailliert:

TAKEOFF DATA.....ENTER/REVISE
The PF enters or revises the takeoff data in the INIT B and PERF pages of the MCDU.

Note: AB group: Standard flap setting customized (Refer to CDM/FCOM-PRO-NOR-SOP-AB GROUP MODIFICATIONS-BEFORE PUSHBACK OR START-TAKEOFF CONFIGURATION).

TAKEOFF DATA..... CHECK

The PNF checks the takeoff speeds and the flexible temperature, using the RTOW charts. The PNF crosschecks the FMS entries of the PF.

The flight crew should pay particular attention in determining the takeoff configuration Refer to PER-THR-FLX DEFINITION.

Confirm any takeoff weight limitation.

Note: AB group: FOVE TASKSHARING customized (Refer to CDM/FCOM-PRO-NOR-SOP-AB GROUP MODIFICATIONS-BEFORE PUSHBACK OR START-FOVE TASKSHARING).

Abbildung 13: Eingabe der *takeoff data* und deren Kontrolle gemäss FCOM

Aus der abschliessenden Bemerkung in dieser detaillierten Darstellung aus dem FCOM geht hervor, dass bezüglich des FOVE *tasksharing* im CDM abweichende oder ergänzende Verfahrensvorgaben für die Airberlin group zu finden sind. FOVE bezeichnet dabei die auf den EFB eingesetzte Software *Flight Operations Versatile Environment*. Dieser Hinweis führt im CDM zu folgender Tabelle:

airberlin	Belair	Niki
FOVE data are calculated and checked according FCOM PRO-SUP-92:		
<ul style="list-style-type: none"> - M&B data : PF calculates and PNF cross checks M&B data and calculations. PNF inserts all required data in the consecutive AOC pages. PF confirms values. CM1 crosschecks and signs the loadsheets. - T/O data : FOVE data entries and computations are done by PF and checked by PNF. Computations during taxi are done by CM2. 		<ul style="list-style-type: none"> - M&B data : CM2 calculates and CM1 cross checks M&B data and calculations. CM2 inserts all required data in the consecutive AOC pages. CM1 confirms values. CM1 crosschecks and signs the loadsheets. - T/O data : FOVE data entries and computations are done by CM2 and checked by CM1. Computations during taxi are done by CM2.

Abbildung 14: Eingabe der *takeoff data* und deren Kontrolle gemäss CDM

Darin wird nochmals festgehalten, dass die *takeoff performance calculation* auf Flugzeugen von Airberlin und Belair vom PF ausgeführt und vom PNF kontrolliert werden soll. Neuberechnungen, die während des Rollens aufgrund kurzfristiger Änderungen notwendig werden können, sollen hingegen vom Copiloten ausgeführt werden.

Der einleitende Verweis auf „FCOM PRO-SUP-92“ führt zurück in das FCOM, wo an der referenzierten Stelle einzig folgende Anweisung zu finden ist:

INTRODUCTION
Ident.: PRO-SUP-92-00013583.0001001 / 18 AUG 12
Applicable to: ALL

Note: AB Group: Chapter LESS PAPER IN THE COCKPIT customized (Refer to CDM/FCOM-PRO-SUP-92 LESS PAPER IN THE COCKPIT).

Abbildung 15: Hinweis auf vom FCOM abweichende Verfahrensvorgaben zur *takeoff performance calculation* im FCOM

Dieser Hinweis führt wiederum zurück in das CDM, wo das Verfahren *LPC before pushback or start*, welches das Verfahren *before pushback or start* des QRH ergänzt, sowohl in Prüflistenform als auch in detaillierter Beschreibung aufgeführt ist.

PF	PNF
LOADSHEETS.....	CHECK and SIGN (CM 1)
MCDU ZFWCG/ZFW.....	INSERT MCDU ZFWCG/ZFW.....
TAKE OFF DATA.....	PREPARE and CHECK/REVISE TAKE OFF DATA.....
LPC / MCDU GREEN DOT.....	COMPARE LPC / MCDU GREEN DOT.....

Abbildung 16: Verfahren *LPC before pushback or start* des CDM in Prüflistenform (Auszug)

Demnach wird das *loadsheet* zunächst vom Kommandanten überprüft und signiert. Anschliessend werden die darin enthaltenen Angaben zu Masse und Schwerpunktlage des Flugzeuges vom PF in eine MCDU eingegeben. Diese Eingabe ist vom PNF zu überprüfen.

Der anschliessende Schritt umfasst, falls noch nicht bereits erfolgt, die Eingabe der Daten des *loadsheet* in das EFB, die Ausführung der *takeoff performance calculation* durch das EFB, das Ablesen der Resultate vom Bildschirm des EFB sowie deren Eingabe in das FMGS über die Tastatur einer MCDU durch den PF. Dieser Vorgang wird im CDM wie folgt beschrieben: „*If the final conditions have not changed, verify and confirm the preliminary takeoff data are still valid. If the takeoff conditions have changed the PF recomputes the takeoff data, using the TAKEOFF application on his LPC.*“

Auch dieser Schritt muss vom PNF überprüft werden. Dies hat gemäss folgender Anweisung aus dem CDM zu erfolgen: „*The PNF crosschecks the takeoff data entered by the PF on the MCDU INIT B and PERF TAKEOFF pages with the data on the LPC.*“

Im letzten Schritt vergleicht die Flugbesatzung die von der Flugzeugmasse abhängige *green dot speed*, die vom bordeigenen FMGS berechnet wurde, mit dem vom EFB ermittelten Wert. Unterschiedliche Werte würden darauf hinweisen, dass in diesen zwei Systemen mit unterschiedlichen Flugzeugmassen gerechnet worden wäre.

Mit dem Vergleich der *green dot speeds* endet das Verfahren *LPC before pushback or start* aus dem CDM. Vor dem Starten der Triebwerke muss jedoch auch noch das von diesem ergänzte Verfahren *before pushback or start* aus dem QRH bzw. FCOM berücksichtigt werden (vgl. Abbildung 12). Dieses Verfahren enthält als letzten Punkt die Order des Kommandanten „*BEFORE START C/L*“, womit der Copilot zur Abarbeitung der so benannten Prüfliste aufgefordert wird. Diese Prüfliste wiederum befindet sich sowohl auf der hinteren Umschlagseite des QRH als auch auf den *sliding tables* der Piloten und wird in unveränderter Form auch im CDM wiedergegeben:

BEFORE START	
Applicable to: ALL	
GEAR PINS and COVERS.....	REMOVED
SIGNS.....	ON/AUTO
FUEL QUANTITY.....	___ KG (BOTH)
ALTIMETERS.....	QNH ___/___ FEET (BOTH)
T/O DATA.....	INSERTED, V1 ___ V2 ___ (BOTH)
BEACON.....	ON
PARKING BRAKE.....	AS RQRD

Abbildung 17: Prüfliste *before start* im CDM

Die Prüfliste *before start* enthält den Punkt „*T/O DATA*“, der ausdrücklich beide Flugbesatzungsmitglieder dazu veranlassen soll, die Eingabe der *takeoff data* in das FMGS erneut zu überprüfen.

Auf die notwendige Überprüfung sicherheitsrelevanter Eingaben in das FMGS durch das jeweils andere Flugbesatzungsmitglied verweist zusätzlich das OM A, das im Kapitel 8.3.19.1.2 festhält: „*For flight safety reasons critical flight crew actions require a cross check. Critical flight crew actions in this respect are for example [...] performance calculations, including AFS/FMS entries.*“

1.17.1.4 Nach dem Starten der Triebwerke

Die im Anschluss an die *cockpit preparation* gemäss QRH bzw. FCOM auszuführenden Verfahren *engine start* und *after start* enthalten keine Verfahrensbestandteile, welche die *takeoff data* betreffen.

Das Verfahren *after start* endet mit dem Ablesen einer als *after start checklist* bezeichneten Prüfliste von der Rückseite des QRH. Diese Prüfliste enthält ebenfalls keine Überprüfung der *takeoff data*.

1.17.1.5 Während des Rollens zur Startpiste

Das Flugzeug wird beim Rollen gemäss den Verfahrensvorgaben des Flugbetriebsunternehmens immer vom Kommandanten (CM1) gesteuert, unabhängig davon, ob dieser für den ganzen Flug als PF oder als PNF eingesetzt ist. Das während des Rollens zum Start auszuführende Verfahren *taxi* sieht vor, dass der Copilot überprüft, ob die im FMGS eingegebenen Daten noch im Einklang mit der aktuellen Freigabe der Flugverkehrsleitung sind. Diese Überprüfung wird im QRH wie folgt beschrieben:

CM1	CM2
BRAKES.....CHECK	
• ATC clearance obtained:	
	ATC CLEARANCE.....CONFIRM
	TO DATA..... REVISE IF RQRD
	FMGS F-PLAN/SPD CHECK
	FCU ALT/HDG SET
	BOTH FD CHECK ON
FLT INST&FMACHECK	FLT INST&FMACHECK

Abbildung 18: Verfahren *taxi* im QRH (Auszug)

Eine Überprüfung der *takeoff data* erfolgt darin unter der Bedingung „*if required*“. In der detaillierten Beschreibung des Verfahrens im FCOM lautet diese Bedingung „*if takeoff data has changed, or in case of a runway change*“:

Ident.: PRO-NOR-SOP-10-A-00010248.0001001 / 18 AUG 10
 Applicable to: ALL

TAKEOFF DATA/CONDITIONS

If takeoff data has changed, or in case of a runway change, prepare updated takeoff data, as appropriate:

F-PLN (Runway)..... REVISE

FLAPS lever AS APPROPRIATE

Select takeoff position.

V1, VR, V2.....REINSERT

FLX TO temperature.....REINSERT

Abbildung 19: Verfahren *taxi* im FCOM (Auszug)

Das FCOM enthält in Ergänzung zum QRH eine Anweisung zur Überprüfung des *takeoff briefing*, zusammen mit einem Verweis auf das CDM, in folgender Form:

Ident.: PRO-NOR-SOP-10-A-00010267.0001001 / 20 AUG 12
 Applicable to: ALL

TAKEOFF BRIEFING.....CONFIRM

Note: AB group: Content of Briefing customized (Refer to CDM/FCOM-PRO-NOR-SOP-AB GROUP MODIFICATIONS-TAXI-TAKE OFF BRIEFING).

Abbildung 20: Anweisung zur Überprüfung des *takeoff briefing* während des Rollens im FCOM

Detaillierte Anweisungen zur Überprüfung des *takeoff briefing* sind im FCOM nicht enthalten; an der referenzierten Stelle im CDM wird jedoch festgehalten, dass eine Änderung der vorgesehenen Startpiste eine Anpassung des *takeoff briefing* erfordert.

TAKEOFF BRIEFING

airberlin	Belair	Niki
Changes to the previous briefing are to be confirmed before T/O. Examples:		
- RWY		
- SID		
- RWY condition		

Abbildung 21: Überprüfung des *takeoff briefing* während des Rollens im CDM

Gemäss Angaben der Belair werden die während des Rollens auszuführenden Verfahren, inklusive der Überprüfung des *takeoff briefing*, von beiden Piloten stillschweigend (*silent*) ausgeführt, dies in Anlehnung an den im OM A in Kapitel 8.3.19.1.1 beschriebenen Grundsatz des *sterile cockpit procedure*:

„Sterile Flight Deck procedures dictate that only essential flight deck work be performed during all ground operations involving taxi, takeoff and landing (...) thus allowing the flight deck crew to concentrate on traffic and flying the aeroplane.“

1.17.1.6 Während des Rollens auf die Startpiste

Das während des Rollens auf die Startpiste gemäss QRH anzuwendende Verfahren enthält eine von beiden Piloten auszuführende Überprüfung, ob auf die korrekte Startpiste gerollt wurde.

CM1	CM2
TAKEOFF RUNWAY.....	CONFIRM
SLIDING TABLE.....	STOW
"PACKS OFF" (if required).....	ANNOUNCE
"TAKE-OFF CHECK".....	ANNOUNCE
"TAKE-OFF ALL GREEN".....	ANNOUNCE
"PACKS OFF" (if required).....	ANNOUNCE
SLIDING TABLE.....	STOW
PACKS 1+2.....	OFF
NO SMOKING SIGN.....	CYCLE OFF/AUTO
"TAKE-OFF ALL GREEN".....	ANNOUNCE
"PACKS OFF" (if required).....	ANNOUNCE

Abbildung 22: Verfahren *before takeoff* im QRH (Auszug)

Diese Überprüfung wird im FCOM wie folgt detailliert:


Ident.: PRO-NOR-SOP-11-A-00010393.0001001 / 16 MAR 11
TAKEOFF RUNWAY.....CONFIRM
<i>Confirm that the line up is performed on the intended runway. Useful aids are:</i>
- The runway markings,
- The runway lights,
<i>Be careful that in low visibility, edge lights could be mixed up with the center line lights.</i>
- The ILS signal,
<i>If the runway is ILS equipped, the flight crew can press the ILS pb (or LS pb): The LOC deviation should be centered after line up.</i>
- The runway symbol on the ND,
- The Runway Awareness and Advisory System  .

Abbildung 23: Verfahren *before takeoff* im FCOM (Auszug)

1.18 Zusätzliche Angaben

1.18.1 Angaben zur Startstreckenberechnung

Die folgende Tabelle stellt die Resultate der *takeoff performance calculation* zusammen, wie sie von der Flugbesatzung für den *full length takeoff* und den *intersection takeoff* durchgeführt wurde. Sie basiert auf einer Startmasse von 63.0 Tonnen.

Beim *full length takeoff* entspricht die Startleistung der Triebwerke der minimal möglichen Leistung, um im Falle eines bei Entscheidungsgeschwindigkeit eintretenden Triebwerkausfalls und eines fortgesetzten Startvorgangs noch mit genügendem Steigwinkel steigen zu können. Limitierend ist bei der vorliegenden Berechnung für einen *full length takeoff* der *2nd segment climb gradient*, der im Minimum 2.4 % betragen muss.

Beim *intersection takeoff* entspricht die Startleistung der Triebwerke der minimal möglichen Leistung, um das Flugzeug im Falle eines bei Entscheidungsgeschwindigkeit abgebrochenen Starts noch vor dem Pistenende anhalten zu können. Limitierend ist bei der vorliegenden *intersection takeoff*-Berechnung die *stop margin*.

	<i>full length takeoff</i>	<i>intersection takeoff</i>
<i>accelerate stop distance (ASD)</i>	2394 m	1875 m
<i>stop margin</i>	1057 m	1 m
<i>takeoff run (TOR)</i>	2076 m	1618 m
<i>takeoff distance (TOD)</i>	2463 m	1841 m
<i>2nd segment climb gradient</i>	2.80 %	4.47 %
<i>flex temperature</i>	62 °C	49 °C

Eine Reduktion der Startleistung der Triebwerke unter den maximal möglichen Wert hat zum Zweck, die Temperatur in den Turbinen und damit den Verschleiss zu minimieren. Diese Reduktion wird erreicht, indem dem FMGS zur Berechnung der Triebwerkleistung eine erhöhte Aussentemperatur (*flex temperature*) vorgegeben wird.

Die Berechnung der Strecken ASD, TOR und TOD mit Hilfe des EFB geht von der Voraussetzung aus, dass die Aussentemperatur der angegebenen *flex temperature* entspricht. Da die effektive Aussentemperatur tiefer liegt, enthalten diese Streckenangaben versteckte Sicherheitsmargen. Eine Quantifizierung dieser Sicherheitsmargen ist weder der Besatzung noch dem Flugbetriebsunternehmen möglich. Eine solche Quantifizierung ist nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken

Nicht betroffen

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

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

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Flugbesatzung

Die im Rahmen der *cockpit preparation* auszuführende *preliminary performance determination* wurde vom Kommandanten gemäss der entsprechenden Verfahrensvorgabe ausgeführt (vgl. Abbildung 11). Allerdings konnte nicht mehr ermittelt werden, wie der Kommandant auf die dafür benötigte Schätzung der Abflugmasse von 66.8 t kam, die deutlich über dem Wert von 63.3 t aus dem *operational flight plan* (OFP) lag. Aufgrund der für einen *intersection takeoff* benötigten vollen Triebwerkleistung wurde in der Folge auf einen solchen verzichtet und ein *full length takeoff* geplant, um die Triebwerke zu schonen.

Die während der *cockpit preparation* anzuwendenden Verfahrensvorgaben sollen sicherstellen, dass die auf dem EFB berechneten *takeoff data* sowohl mit den im FMGS eingegebenen *takeoff data* als auch mit der Absicht beider Piloten übereinstimmen. Dies war bis zum *takeoff briefing* für den *full length takeoff* auch der Fall, in dessen Verlauf der Kommandant gegenüber dem Copiloten eine allfällige Änderung seiner Absicht in Aussicht stellte, sofern die Abflugmasse von 62.8 t gemäss *loadsheet* einen *intersection takeoff* zulassen würde.

Gemäss seiner Absichtserklärung berechnete der Kommandant die für einen *intersection takeoff* notwendigen *takeoff data*. Die Berechnung bestätigte, dass ein *intersection takeoff* mit reduzierter Triebwerkleistung möglich war. Nachdem sich der Kommandant mit dem Copiloten auf einen *intersection takeoff* verständigt und der Copilot die Neuberechnung der *takeoff data* kontrolliert hatte, war der Copilot bis zum Start stets davon überzeugt, dass die Eingabe der neu berechneten *takeoff data* ins FMGS durch den Kommandanten erfolgt und korrekt war.

Für den Kommandanten war hingegen klar, dass die Eingabe der neu berechneten *takeoff data* noch ausstehend war, als er vom Handling-Agenten wegen eines fehlenden Passagiers abgelenkt wurde. Deshalb notierte er die neu berechneten *takeoff data* auf einen Zettel. Der Entschluss, seine Arbeit in dieser Phase zu unterbrechen und das Cockpit zu verlassen, war der Situation nicht angepasst und trug zur Entstehung des schweren Vorfalls bei.

Mit dem Notieren der *intersection takeoff data* auf einen Zettel handelte der Kommandant entgegen seiner Angewohnheit, den konservativen Fall, in diesem Fall also die *intersection takeoff data*, ins FMGS einzugeben und die *full length takeoff data* auf einem Zettel festzuhalten. Deshalb konnte der Kommandant nach seiner Ablenkung den Zettel entsprechend seiner Angewohnheit als Bestätigung dafür deuten, dass die *takeoff data* für den *intersection takeoff* wie gewöhnlich eingegeben worden waren.

Das Verfahren *before pushback or start* sieht zu Beginn die Eingabe der endgültigen *takeoff data* durch den Kommandanten vor. Diese Eingaben haben anschliessend vom Copiloten überprüft zu werden, wobei die Verfahrensvorgabe explizit die Überprüfung der eingegebenen *takeoff data* verlangt (vgl. Abbildung 13 und 16). Da sowohl die Eingabe als auch die Überprüfung nicht gemäss dieser Vorgabe vorgenommen wurden, konnte die Eingabe der falschen *takeoff data* von der Flugbesatzung nicht aufgedeckt werden.

Dasselbe Verfahren *before pushback or start* endet mit dem Abarbeiten der Prüfliste *before start*, die eine erneute Überprüfung der *takeoff data* durch beide Piloten enthält (vgl. Abbildung 17). Auch mit Hilfe dieser Prüfliste fiel beiden Piloten offenbar nicht auf, dass die eingegebenen *takeoff data* nicht mit den berechneten *takeoff data* auf dem EFB des Kommandanten übereinstimmten.

Zur unvollständigen Anwendung der Verfahrensvorgabe *before pushback or start* können folgende Faktoren beigetragen haben:

- die unzweckmässige und ungewohnte Verwendung eines Zettels zum Festhalten der berechneten *takeoff data* durch den Kommandanten;
- die vorgefasste Meinung des Copiloten, dass die neu berechneten *takeoff data* durch den Kommandanten korrekt ins FMGS eingegeben worden seien;
- die im Einzelfall unsorgfältige Ausführung einer Überprüfung, wahrscheinlich bedingt durch die Häufigkeit der im ganzen Verfahrensablauf vorgeschriebenen Überprüfungen;
- der durch die Verspätung bedingte Zeitdruck;
- verfahrensbedingte Faktoren (siehe Kapitel 2.2.2).

Das Verfahren *taxi* sieht während des Rollens zur Startpiste eine Überprüfung der *takeoff data* durch den Copiloten vor (vgl. Abbildung 18). Da diese Überprüfung nur unter der Bedingung „*if required*“ vorgesehen ist und der Copilot von der korrekten Eingabe der *takeoff data* überzeugt war, war es eine logische Konsequenz, dass der Copilot den Fehler nicht bemerkte. Zusätzlich hat während des Rollens eine Überprüfung des *takeoff briefing* zu erfolgen (vgl. Abbildung 20). Auch diese Überprüfung förderte den Fehler nicht zutage, da der bevorstehende *intersection takeoff* für beide Piloten keine Änderung ihrer Absicht mehr bedeutete und damit keine Anpassung ihres *takeoff briefing* erforderlich machte. Die Regel, Überprüfungen während des Rollens stillschweigend (*silent*) auszuführen, kann hierzu beigetragen haben.

Während des Rollens auf die Startpiste hat die Flugbesatzung im Rahmen des Verfahrens *before takeoff* zu überprüfen, ob sich das Flugzeug korrekt auf der beabsichtigten Startpiste befindet („*on the intended runway*“, vgl. Abbildung 23). Diese Verfahrensvorgabe hätte zwar als Erinnerung an die aufgeschobene Eingabe der korrekten *takeoff data* dienen können, schreibt aber keine Überprüfung der korrekten *intersection* oder der verfügbaren Pistenlänge vor.

2.2.2 Flugbetriebsunternehmen

Die von den Flugbesatzungen zu berücksichtigenden Verfahrensvorgaben finden sich in mehreren verschiedenartigen Handbüchern unter Berücksichtigung eines umfangreichen Systems von Querverweisen. Anpassungen des Flugbetriebsunternehmens an die prinzipiell anwendbaren Herstellervorgaben finden sich ebenfalls aufgeteilt auf verschiedene Quellen. Die relevanten Verfahrensvorgaben sind dadurch nicht benutzerfreundlich dargestellt.

Die *cockpit preparation* hat grundsätzlich gemäss QRH zu erfolgen. Sie wurde von der Flugbesatzung gemäss den Verfahrensvorgaben durchgeführt und im Hinblick auf einen *full length takeoff* abgeschlossen. Erst anschliessend fiel der Entschluss für einen *intersection takeoff*, weshalb die unvollständige Durchführung der dazu notwendigen Schritte durch die Verfahrensvorgaben der *cockpit preparation* nicht aufgedeckt werden konnte.

Das Verfahren *before pushback or start* enthält erneut die Eingabe von *takeoff data* und deren Überprüfung sowie zum ersten Mal im gesamten Verfahrensablauf das

Ablesen einer geschriebenen Prüfliste. Diese Prüfliste enthält nur sieben Punkte, darunter die Überprüfung der *takeoff data* (vgl. Abbildung 17). Zum Umstand, dass die Eingabe der falschen *takeoff data* auch durch die Anwendung dieser Prüfliste nicht entdeckt wurde, können neben den im Kapitel 2.2.1 bereits erwähnten menschlichen Faktoren folgende verfahrensbezogene Faktoren beigetragen haben:

- Die Formulierungen „*TAKEOFF DATA...ENTER/REVISE*“ in der Verfahrensvorgabe und „*TAKEOFF DATA...INSERTED*“ in der Prüfliste schliessen die Überprüfung bereits erfolgter Eingaben nicht explizit mit ein. Offensichtlich wurde nur kontrolliert, ob *takeoff data* eingegeben waren, nicht jedoch welche *takeoff data* eingegeben waren.
- Der Umstand, dass Eingabe und Überprüfung der *takeoff data* der Rollenteilung zwischen PF und PNF unterliegen und damit von Flug zu Flug wechseln.

Das Verfahren *taxi* enthält die notwendigen Verfahrensschritte, die bei einer Änderung der *takeoff data* oder der beabsichtigten Startpiste auszuführen sind (vgl. Abbildung 19). Da der Copilot der Überzeugung war, dass die Eingabe der *intersection takeoff data* ins FMGS bereits erfolgt und die Bedingung „*if required*“ damit nicht erfüllt waren, führte er diese Verfahrensschritte nicht mehr durch. Der Kommandant hatte darauf keinen Einfluss, weil das Verfahren *taxi* vom Copiloten alleine und stillschweigend (*silent*) ausgeführt werden muss.

Die Regel, während des Rollens auszuführende Verfahrensbestandteile inklusive der Überprüfung der *takeoff data* und der Überprüfung des *takeoff briefing* stillschweigend auszuführen, entspricht einer unweckmässig engen Auslegung des *sterile cockpit procedure*. Ein „*closed loop*“ zwischen den Piloten, durch den eine falsche Annahme des einen Piloten durch den anderen Piloten erkannt und korrigiert werden kann, ist *silent* nicht möglich; des Weiteren bleibt verborgen, ob eine Überprüfung überhaupt stattfand respektive vergessen wurde.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Flugzeug war zum Verkehr nach VFR und IFR zugelassen.
- Sowohl Masse als auch Schwerpunkt des Flugzeuges befanden sich zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls innerhalb der gemäss AFM zulässigen Grenzen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestehende technische Mängel, die den schweren Vorfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

3.1.2 Besatzung

- Die Piloten besaßen die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen der Piloten während des Vorfalles vor.

3.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

- Mit einer geschätzten Startmasse von 66.8 t berechnete der Kommandant um 15:15 UTC die für den Start notwendige Triebwerkleistung.
- Die Berechnung zeigte, dass ein Start ab der Rollwegabzweigung (*intersection*) *Foxtrot* nur mit maximaler Triebwerkleistung möglich war. Der Kommandant entschied daher, für den Start die gesamte Pistenlänge von 3400 m zu benutzen (*full length takeoff*).
- Nach dem Erhalt des *loadsheet*, das eine Startmasse von 62.8 t auswies, berechnete der Kommandant um 15:20 UTC erneut die für einen *full length takeoff* erforderliche Triebwerkleistung und gab die entsprechenden Daten in das für die Steuerung der Triebwerkleistung zuständige System (*flight management and guidance system* – FMGS) ein.
- Anschliessend führte die Besatzung die Vorflugbesprechung (*takeoff briefing*) für einen *full length takeoff* durch.
- Aufgrund der geringer ausgefallenen Startmasse zog der Kommandant nun einen Start ab der *intersection Foxtrot* in Betracht (*intersection takeoff*). Ab dieser *intersection* stand eine Pistenlänge von 1900 m zur Verfügung.
- Um 15:25 UTC berechnete der Kommandant die für einen *intersection takeoff* erforderliche Triebwerkleistung. Die Berechnung wurde vom Copiloten kontrolliert und deren Resultate wurden vom Kommandanten auf einem Zettel festgehalten.
- Der Copilot ging davon aus, dass der Kommandant die neu berechneten Daten auch ins FMGS eingab.
- Die Eingabe der Daten in das FMGS für einen *intersection takeoff* verschob der Kommandant jedoch auf einen späteren Zeitpunkt, da er wegen eines fehlenden Passagiers das Cockpit verliess.
- Der Kommandant kehrte nach rund 10 Minuten ins Cockpit zurück. Kurz darauf erhielt die Besatzung die Freigabe für das Zurückstossen des Flugzeuges und den Start der Triebwerke. Die zuvor aufgeschobene Eingabe der Daten in das FMGS wurde nicht mehr ausgeführt.
- Um 15:36 UTC begann das Zurückstossen des Flugzeuges.

- Während des Rollens zur Startpiste ersuchte die Flugbesatzung die Flugverkehrsleitung um die Freigabe, ab der *intersection Foxtrot* starten zu dürfen.
- Die Frage der Flugverkehrsleitung, ob die Flugbesatzung für einen sofortigen Start ab der *intersection Foxtrot* bereit sei, beantwortete diese bejahend.
- Um 15:43 UTC leitete die Flugbesatzung ab der *intersection Foxtrot* den Startlauf mit einer Triebwerkleistung ein, die für einen Start ab Pistenbeginn berechnet worden war.
- Beide Piloten gewannen während des Startvorgangs den Eindruck, dass die verbleibende Pistenlänge ungewöhnlich kurz sei.
- Von der Möglichkeit, die Leistung der Triebwerke während des Startvorgangs mittels der Leistungshebel auf die maximale Startleistung zu erhöhen, wurde kein Gebrauch gemacht.
- Das Flugzeug hob 350 m vor dem Pistenende ab. Das Pistenende wurde auf einer Höhe von 104 ft überflogen.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Die relevanten Verfahrensvorgaben für die Berechnung, Eingabe und Überprüfung der *takeoff data* finden sich aufgeteilt auf verschiedene Publikationen.
- Die Prüfliste *before start* enthält eine Überprüfung der Eingabe der *takeoff data* in Form der Anweisung „*takeoff data...inserted*“. Diese Anweisung schliesst die Überprüfung, welche *takeoff data* eingegeben wurden, nicht explizit mit ein.
- Während des Rollens sehen die Verfahrensvorgaben eine erneute Überprüfung der *takeoff data* durch den Copiloten unter der Bedingung „*if required*“ vor.
- Überprüfungen während des Rollens werden durch den Copiloten stillschweigend (*silent*) ausgeführt, inklusive der Überprüfung „*takeoff briefing...confirm*“.
- Die Flugvorbereitung fand unter Zeitdruck statt und wurde durch äussere Umstände unterbrochen.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den schweren Vorfall.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass das Flugzeug die notwendigen Flugleistungen beim Start nicht erreichte, weil die Flugbesatzung den Start von einer Rollwegabzweigung (*intersection*) aus mit einer Triebwerkleistung durchführte, die für die gesamte Pistenlänge berechnet worden war.

Folgende Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- der Umstand, dass sich der Kommandant während der Startvorbereitungen durch äussere Umstände ablenken liess;
- die unvollständige Überprüfung der *takeoff data* im Rahmen der Prüfliste *before start*;
- Verfahrensvorgaben, die einzelne Überprüfungen nur unter der Bedingung vorsahen, dass diese auch notwendig seien;
- die stillschweigende (*silent*) Ausführung essenzieller Überprüfungen.

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

Im Flugbetriebsunternehmen wurden die Verfahrensvorgaben per 24. Oktober 2013 dahingehend geändert, dass der PNF eine zusätzliche und unabhängige *takeoff performance calculation* auszuführen hat. Diese Änderung war im Flugbetriebsunternehmen zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls bereits beschlossen, aber noch nicht publiziert worden. Die entsprechende Anweisung an die Piloten lautete:

„Effective immediately the takeoff performance calculation procedure has changed: Final takeoff performance calculations performed by the PF must be crosschecked by the PNF with an independent calculation of the performance figures on the PNF's EFB before being entered into the PERF page of the MCDU. This procedure is in line with Airbus SOP [standard operating procedures] and reduces the risk of a takeoff based on wrong performance figures.“

Des Weiteren teilte das Flugbetriebsunternehmen mit, dass das *company data manual* (CDM) abgeschafft wurde, weil die entsprechenden Informationen seit der Einführung einer neuen Software ins *flight crew operating manual* (FCOM) integriert werden konnten.

Das Flugbetriebsunternehmen hielt weiter fest, dass das Verfahren *before takeoff* (vgl. Abbildung 22) angepasst wurde. Mit ihrem Ausruf *„takeoff all green“* bestätigen nun beide Piloten, zusätzlich zu überprüfende Punkte auswendig und stillschweigend abgearbeitet zu haben. Diese Punkte erscheinen in der Beschreibung des Verfahrens als abschliessende Bemerkung wie folgt:

„CAUTION: With the response 'TAKEOFF ALL GREEN' the crew member confirms that:

- 1. Packs switching according to takeoff calculation.*
- 2. Altitude in the FCU window.*
- 3. Flex setting on upper ECAM DU.*
- 4. T/O memo 'ALL GREEN'.*
- 5. Flaps indication on lower ECAM corresponds to the calculated T/O flaps setting, entered on the MCDU PERF page.*
- 6. RWY entered in the MCDU.“*

Payerne, 21. August 2015

Untersuchungsdienst der SUST

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, 13. August 2015

Abkürzungsverzeichnis

AB	<i>Airberlin</i>
AFM	<i>Aircraft flight manual</i>
AFS	<i>Auto flight system</i>
ASD	<i>Accelerate stop distance</i>
ASDA	<i>Accelerate stop distance available</i>
ATPL	<i>Airline transport pilot licence</i>
C/L	<i>Checklist</i>
CDM	<i>Company data manual</i>
CM1	<i>Crewmember 1 (left seat)</i>
CM2	<i>Crewmember 2 (right seat)</i>
DU	<i>Display unit</i>
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
ECAM	<i>Electronic centralized aircraft monitoring</i>
EFB	<i>Electronic flight bag</i>
FCOM	<i>Flight crew operating manual</i>
FCTM	<i>Flight crew training manual</i>
FCU	<i>Flight control unit</i>
FMGC	<i>Flight management and guidance computer</i>
FMGS	<i>Flight management and guidance system</i>
FMS	<i>Flight management system</i>
FOVE	<i>Flight operations versatile environment</i>
IFR	<i>Instrument flight rules</i>
LDA	<i>Landing distance available</i>
LPC	<i>Less paper concept</i>
LT	<i>Local time</i>
MCDU	<i>Multipurpose control and display unit</i>
MESZ	<i>Mitteleuropäische Sommerzeit</i>
OFP	<i>Operational flight plan</i>
OM	<i>Operation manual</i>
PERF	<i>Performance</i>
PF	<i>Pilot flying</i>
PNF	<i>Pilot not flying</i>
QRH	<i>Quick reference handbook</i>
RWY	<i>Runway</i>
SOP	<i>Standard operating procedure</i>
T/O	<i>Takeoff</i>
TOD	<i>Takeoff distance</i>
TODA	<i>Takeoff distance available</i>
TOR	<i>Takeoff run</i>
TORA	<i>Takeoff run available</i>
UTC	<i>Universal coordinated time</i>
V1	<i>Decision speed</i>
V2	<i>Takeoff safety speed</i>
VFR	<i>Visual flight rules</i>
VR	<i>Rotation speed</i>
WGS 84	<i>World geodetic system 1984</i>
ZFW	<i>Zero fuel weight</i>
ZFWCG	<i>Zero fuel weight center of gravity</i>