



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

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

Bereich Aviatik

# **Schlussbericht Nr. 2293 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST**

über den schweren Vorfall des Verkehrs-  
flugzeuges Airbus A321-111, HB-IOC,

vom 9. März 2014

auf dem Flughafen Genf (LSGG)

## Causes

L'incident grave est dû au toucher de fuselage, provoqué par une action brusque à cabrer jusqu'en butée sur le mini-manche latéral par la pilote en fonction, lors d'une remise des gaz effectuée après le toucher des roues à l'atterrissage.

Les éléments suivants ont contribué à l'incident grave :

- En raison de sa faible expérience, la pilote en fonction a cru que l'avion avait rebondi à l'atterrissage ;
- En raison de l'absence de feedback tactile dû au fait que les deux mini-manches ne sont pas synchronisés, le PM n'a pas pu identifier à temps le brusque mouvement du mini-manche.
- l'équipage de conduite n'a pas détecté l'assiette longitudinale trop élevée.

Même s'il n'est pas lié à la cause de l'incident grave, l'enquête a mis en évidence la lacune sécurité suivante (*factor to risk*) :

- Le service de navigation aérienne n'a pas informé l'équipage de conduite du fait que le *tailstrike* a été observé lors de la remise des gaz.

## 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 Sicherheitsuntersuchung. 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 das Gebiet der Schweiz galt zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls die mitteleuropäische Zeit (MEZ) als Normalzeit (*local time* – LT). Die Beziehung zwischen LT, MEZ und UTC lautet:  
 $LT = MEZ = UTC + 1 \text{ h.}$

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>6</b>
<b>Untersuchung</b> .....	<b>6</b>
<b>Kurzdarstellung</b> .....	<b>6</b>
<b>Ursachen</b> .....	<b>7</b>
<b>Sicherheitsempfehlungen</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Sachverhalt</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf</b> .....	<b>8</b>
1.1.1 Allgemeines .....	8
1.1.2 Vorgeschichte .....	8
1.1.3 Flugverlauf .....	8
1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls .....	11
<b>1.2 Personenschäden</b> .....	<b>11</b>
<b>1.3 Schaden am Luftfahrzeug</b> .....	<b>12</b>
<b>1.4 Drittschaden</b> .....	<b>12</b>
<b>1.5 Angaben zu Personen</b> .....	<b>12</b>
1.5.1 Flugbesatzung .....	12
1.5.1.1 Kommandant .....	12
1.5.1.2 Copilotin .....	12
<b>1.6 Angaben zum Luftfahrzeug</b> .....	<b>13</b>
1.6.1 Allgemeine Angaben .....	13
1.6.2 Systembeschreibung .....	13
1.6.2.1 Flugsteuerung .....	13
1.6.2.2 Störklappen .....	15
1.6.2.3 Leistungshebel .....	16
<b>1.7 Meteorologische Angaben</b> .....	<b>16</b>
1.7.1 Allgemeine Wetterlage .....	16
1.7.2 Wetter zur Zeit und am Ort des schweren Vorfalls .....	16
1.7.3 Astronomische Angaben .....	17
1.7.4 ATIS-Meldung des Flughafens Genf .....	17
<b>1.8 Navigationshilfen</b> .....	<b>18</b>
<b>1.9 Kommunikation</b> .....	<b>18</b>
<b>1.10 Angaben zum Flughafen</b> .....	<b>18</b>
1.10.1 Allgemeines .....	18
1.10.2 Pistenausrüstung .....	18
1.10.3 Rettungs- und Feuerwehrdienste .....	19
1.10.4 Pistenprofil .....	19
<b>1.11 Flugschreiber</b> .....	<b>20</b>
1.11.1 Flugdatenschreiber .....	20
1.11.2 Sprach- und Geräuschaufzeichnungsgerät .....	21
<b>1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle</b> .....	<b>21</b>
<b>1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen</b> .....	<b>21</b>
<b>1.14 Feuer</b> .....	<b>21</b>
<b>1.15 Überlebensaspekte</b> .....	<b>21</b>
<b>1.16 Versuche und Forschungsergebnisse</b> .....	<b>21</b>
<b>1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung</b> .....	<b>22</b>

1.17.1	Flugbetriebsunternehmen.....	22
1.17.1.1	Allgemeines .....	22
1.17.1.2	Allgemeine Verfahrensvorgaben .....	22
1.17.1.3	Flugzeugspezifische Verfahrensvorgaben .....	24
1.17.1.4	Verfahrensvorgaben im Trainingsmanual .....	26
1.17.1.5	Verfahrensvorgaben für den Fall eines tailstrike .....	29
1.17.1.6	Flugtraining .....	29
1.17.1.7	Definition einer harten Landung .....	30
<b>1.18</b>	<b>Zusätzliche Angaben.....</b>	<b>30</b>
1.18.1	Tailstrike-Problematik .....	30
1.18.1.1	Massnahmen des Flugzeugherstellers.....	30
1.18.1.2	Massnahmen verschiedener Flugbetriebsunternehmen .....	32
<b>1.19</b>	<b>Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken.....</b>	<b>32</b>
<b>2</b>	<b>Analyse .....</b>	<b>33</b>
2.1	Technische Aspekte .....	33
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte .....	33
2.2.1	Flugbesatzung .....	33
2.2.2	Flugbetriebsunternehmen.....	34
2.2.3	Flugverkehrsleitung .....	35
<b>3</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>36</b>
3.1	Befunde .....	36
3.1.1	Technische Aspekte .....	36
3.1.2	Besatzung.....	36
3.1.3	Flugverlauf.....	36
3.1.4	Rahmenbedingungen .....	37
3.2	Ursachen .....	37
<b>4</b>	<b>Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen .....</b>	<b>38</b>
4.1	Sicherheitsempfehlungen.....	38
4.2	Sicherheitshinweise .....	38
4.3	Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen .....	38
<b>Anlagen .....</b>	<b>39</b>	
Anlage 1: Chronologie des schweren Vorfalls.....	39	
Anlage 2: Lande- und Durchstartphase .....	40	
Anlage 3: Schaden am Luftfahrzeug .....	41	

# Schlussbericht

## Zusammenfassung

Eigentümer	Swiss International Air Lines Ltd., Postfach, 4002 Basel, Schweiz
Halter	Swiss International Air Lines Ltd., Postfach, 4002 Basel, Schweiz
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Luftfahrzeugmuster	A321-111
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-IOC
Ort	Flughafen Genf (LSGG)
Datum und Zeit	9. März 2014, 12:57 UTC

## Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 9. März 2014 um 12:57 UTC. Die Meldung traf bei der damaligen Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle unverzüglich ein und eine Untersuchung wurde noch gleichentags eröffnet.

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

## Kurzdarstellung

Das Verkehrsflugzeug Airbus A321, eingetragen als HB-IOC, startete am 9. März 2014 um 12:25 UTC unter Flugplankennzeichen SWR 85KV zu einem Linienflug von Zürich (LSZH) nach Genf (LSGG). Auf diesem Flug steuerte die Copilotin das Flugzeug.

Nach einem ereignislosen Reiseflug verlief der Anflug auf die Piste 05 normal. Der Anflug wurde stabil, ohne Autopilot und ohne automatische Schubregelung geflogen. Die Besatzung erhielt die Landefreigabe im kurzen Endanflug, als sich das Flugzeug 500 ft über Grund befand.

Die Copilotin empfand das Aufsetzen als ungewöhnlich hart und hatte das Gefühl, dass das Flugzeug für einen kurzen Moment wieder abhob, was aber nicht der Fall war. Sie entschied sich deshalb für einen Durchstart. Das Heck des Flugzeuges berührte während des Durchstarts die Piste und wurde dabei beschädigt.

Nach dem Durchstart erfolgte mittels Radarführung ein erneuter Anflug auf die Piste 05. Dieser verlief, wie auch die anschliessende Landung, ereignislos.

## Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass das Heck des Verkehrsflugzeuges die Piste berührte, weil die fliegende Pilotin beim Einleiten eines Durchstarts nach dem Aufsetzen den *sidestick* brüsk bis zum hinteren Anschlag zog.

Folgende Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Aufgrund ihrer geringen Erfahrung schätzte die fliegende Pilotin die Landung als *bounced landing* ein.
- Da die beiden *sidesticks* nicht miteinander gekoppelt sind, fehlte dem überwachenden Piloten ein taktiles Feedback, was ihm das zeitgerechte Erkennen der brüsken *sidestick*-Bewegung erschwerte.
- Die Besatzung nahm den zu hohen Lagewinkel nicht wahr.

Die Untersuchung hat folgenden Faktor ermittelt, der die Entstehung und den Verlauf des schweren Vorfalls zwar nicht beeinflusst hat, der aber dennoch ein Sicherheitsrisiko (*factor to risk*) darstellt:

- Die Flugsicherung informierte die Besatzung nicht konkret darüber, dass der *tailstrike* während des Durchstarts beobachtet worden war.

## Sicherheitsempfehlungen

Im Rahmen der Untersuchung wurden keine Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen.

## 1 Sachverhalt

### 1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

#### 1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden die Aussagen der Flugbesatzung und des Verkehrsleiters *Apron Control (Ground Movement Manager – GMMA)*, die Aufzeichnungen des Flugdatenschreibers (*digital flight data recorder – DFDR*) und des Sprach- und Geräuschaufzeichnungsgeräts (*cockpit voice recorder – CVR*) sowie die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs verwendet.

Während des gesamten Fluges war der Kommandant als überwachender Pilot (*pilot monitoring – PM*) und die Copilotin als fliegender Pilot (*pilot flying – PF*) eingesetzt.

Der Flug wurde nach Instrumentenflugregeln (*instrument flight rules – IFR*) durchgeführt. Es handelte sich um einen Linienflug von Zürich (LSZH) nach Genf (LSGG).

#### 1.1.2 Vorgeschichte

Die Besatzung traf sich am 9. März 2014 zeitgerecht zur Planung des bevorstehenden Fluges nach Genf. Vorgesehen waren an diesem Tag für die Besatzung drei Flüge, von Zürich nach Genf, wieder zurück nach Zürich und dann nach London mit anschliessender Übernachtung. Alle drei Flüge waren mit einem Airbus des Modells A321 geplant. Die beiden Piloten hatten vorher noch nie einen gemeinsamen Einsatz.

Nach erfolgter Planung begab sich die Besatzung gemeinsam zum Flugzeug, um dieses für den bevorstehenden Flug vorzubereiten. Alles verlief normal und Besatzung und Flugzeug waren ohne Einschränkungen für den Flug bereit.

#### 1.1.3 Flugverlauf

Am 9. März 2014 um 12:25 UTC startete das Verkehrsflugzeug A321-111, eingetragen als HB-IOC, mit dem Flugplankennzeichen SWR 85KV in Zürich (LSZH) zu einem Linienflug nach Genf (LSGG). An Bord befanden sich zwei Piloten, vier Kabinenbesatzungsmitglieder und 72 Passagiere.

Nach einem ereignislosen Steig- und Reiseflug fragte die Copilotin den Kommandanten um 12:33:16 UTC, ob er die Wetterinformation von Genf bereits habe (vgl. Kapitel 1.7.4). Dieser bejahte und nach einer kurzen Diskussion über das aktuelle Gewicht des Flugzeuges startete die Copilotin um 12:36:08 UTC das *approach briefing*. Das Flugzeug befand sich dabei immer noch auf der Reiseflughöhe von Flugfläche (*flight level – FL*) 150. Während des *approach briefing* erwähnte die Copilotin das Flugzeugmuster A321, das Landegewicht, die zu erwartende Anflugroute und die für den Instrumentenanflug zu setzende Minimumhöhe von 1620 ft, was vom Kommandanten bestätigt wurde. Nach einem kurzen Unterbruch, bedingt durch das Öffnen der Cockpittüre und die Kommunikation mit einem Kabinenbesatzungsmitglied, führte die Copilotin das *approach briefing* fort und erwähnte das Durchstartverfahren und den voraussichtlich zu benützenden Rollweg zum Verlassen der Piste nach der Landung. Nach einer kurzen Diskussion über den zugeteilten Standplatz kam die Copilotin noch einmal auf das *approach briefing* zurück und bemerkte als mögliche Risiken (*possible hazards*), dass sie erstens das Sonnenlicht beim Anflug stören könnte und dass sie zweitens ohne automatische Schubregelung (*autothrust*) anfliegen würde.



Nachdem der Kommandant um 12:38:53 UTC auf die Frequenz von *Geneva Approach* gewechselt und von dort die Information erhalten hatte, dass sie mit einem Anflug mittels Instrumentenlandesystem (*instrument landing system – ILS*) auf die Piste 05 rechnen könnten, erwähnte er gegenüber der Copilotin den auf der Piste vorhandenen Buckel (vgl. Kapitel 1.10.4). Er führte aus, dass eine Landung vor dem Buckel eher hart und eine Landung nach dem Buckel eher lang werden könne; letzteres brauche sie aber nicht zu beunruhigen, da die Piste lang genug sei.

In der Folge informierte der Kommandant die Passagiere über den bevorstehenden Sinkflug und die Ankunft in Genf. Gleichzeitig erhielt die Besatzung eine Sinkfreigabe nach FL 80 verbunden mit der Aufforderung, ihren gegenwärtigen Kurs beizubehalten. Dieser Kurs führte die Besatzung auf den Gegenanflug (*downwind*) der Piste 05.

Um 12:49:00 UTC wurde die Besatzung angewiesen, die Geschwindigkeit auf 210 kt zu reduzieren, und eine Minute später, einen Kurs von 320 Grad zu fliegen und auf 7000 ft QNH abzusinken. Um 12:51:18 UTC erfolgten die weiteren Anweisungen, nach rechts auf einen Kurs von 020 Grad zu drehen und auf 6000 ft QNH abzusinken, verbunden mit der Freigabe für einen ILS *approach* auf die Piste 05.

Die Besatzung war mit dem Flugzeug auf dem Leitstrahl des Landekursenders (*localizer*) und dem Gleitweg (*glidepath*) ausgerichtet, als sie vom Flugverkehrsleiter (FVL) um 12:53:05 UTC folgende Information erhielt: „*Swiss eight five kilo victor reduce speed one six zero knots*“. Die Besatzung reduzierte in der Folge ihre Anfluggeschwindigkeit weiter und fuhr die Landeklappen in die Stellung 2 aus. 30 Sekunden später fragte die Copilotin den Kommandanten, ob sie ein Flugzeug vor sich hätten. Dieser bejahte die Frage, worauf die Copilotin befahl, das Fahrwerk auszufahren. Nur wenig später, um 12:53:51 UTC, gab der FVL folgende Anweisung: „*Swiss eight five kilo victor reduce rapidly to minimum approach speed*.“ Der Kommandant antwortete umgehend mit: „*We have everything out we can, rapidly to minimum approach speed Swiss eight five kilo victor*.“ In der Folge wechselte die Besatzung auf die Frequenz von *Geneva Tower* und, um die Geschwindigkeit weiter zu reduzieren, befahl die Copilotin um 12:54:02 UTC, die Landeklappen in die Stellung „*flaps three*“ zu setzen und 13 Sekunden später verlangte sie „*full flaps*“.

Um 12:55:14 UTC informierte die Copilotin den Kommandanten, dass sie nun den Autopiloten ausschalten werde und wenige Sekunden später dass sie auch den *autothrust* ausschalten werde, was der Kommandant bestätigte. Keine Minute später, um 12:56:03 UTC, meldete die Copilotin dem Kommandanten: „*I am stabilized landing check, three greens*“ und 13 Sekunden später: „*All set, landing clearance missing*.“ Auf Nachfrage bestätigte der Kommandant dies und bemerkte, dass das Flugzeug vor ihnen nun am Ausrollen sei.

Die Besatzung dieses Flugzeuges, mit dem Flugplankennzeichen RA74006, bestätigte nun gegenüber dem *Tower*, dass sie „*on ground*“ wäre, worauf ihr der FVL um 12:56:44 UTC folgende Anweisung gab: „*Roger, vacate rapidly first right please first right via Charlie*“. Das Flugzeug HB-IOC befand sich zu diesem Zeitpunkt auf einer Höhe von 2200 ft QNH im kurzen Endanflug (*short final*). Die Gesprächsaufzeichnungen zeigen, dass die Besatzung das Rollen der RA74006 verfolgte und dabei dringend auf die Landefreigabe wartete. Diese wurde der Besatzung vom FVL um 12:57:07 UTC wie folgt erteilt: „*Swiss eight five kilo victor, wind calm, runway zero five cleared to land*.“ Die Freigabe wurde von der Besatzung umgehend bestätigt. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt auf einer Höhe von 1900 ft QNH, also noch 500 ft über Grund.

Um 12:57:49 UTC setzte das Flugzeug 245 m nach der versetzten Pistenschwelle 05 auf. Die Copilotin empfand das Aufsetzen als ungewöhnlich hart und hatte das Gefühl, dass das Flugzeug für einen kurzen Moment wieder abhob. Sie entschied sich deshalb für einen Durchstart (*go-around*). Tatsächlich betrug die maximale vertikale Beschleunigung beim Aufsetzen  $1.4 g^1$  und das Flugzeug hob nicht ab (vgl. Kapitel 1.17.1.7). Die Störklappen (*ground spoilers*) waren ausgefahren, als die Copilotin um 12:57:52 UTC ihren Steuerknüppel (*sidesstick*) brüsk, innerhalb von weniger als 1 Sekunde, bis zum hinteren Anschlag zog. Eine knappe Sekunde später erfolgte klar und unmissverständlich ihr Befehl „*go-around*“ und nochmals eine knappe Sekunde später erreichten beide Leistungshebel die Stellung TOGA<sup>2</sup>. Unmittelbar darauf berührte das Heck des Flugzeuges die Piste. Um 12:57:55 UTC, 580 m nach der versetzten Pistenschwelle, hob das Flugzeug wieder ab und gleichzeitig erfolgte der Befehl der Copilotin „*thrust, flaps one step*“ (vgl. Anlagen 1 und 2). Während des ganzen Vorgangs hatte das Bugrad keinen Pistenkontakt.

Das Flugzeug befand sich im Steigflug, als um 12:58:02 UTC der weitere Befehl der Copilotin „*gear up*“ erfolgte. Der Kommandant bestätigte dies mit dem Wortlaut „*flaps at two*“, was die Copilotin umgehend mit „*checked*“ bestätigte.

In der Folge informierte der Kommandant den FVL wie folgt: „*And, Swiss eight five kilo victor in a missed approach runway 05.*“ Der FVL bestätigte diese Meldung wie folgt: „*Roger, continue straight ahead, 7000 feet, one zero two eight.*“ Darauf wies er die Besatzung um 12:58:38 UTC an, auf die Frequenz von GVA Arrival zu wechseln, was der Kommandant umgehend bestätigte. In der Folge entspann sich eine kurze Diskussion im Cockpit, wobei die Klappenstellung sowie der Entscheid für den Durchstart angesprochen wurden. Der Kommandant meinte, dass seiner Ansicht nach kein Durchstart nötig gewesen sei, dass er den Entscheid der Copilotin aber mittrage. Die Copilotin befahl darauf „*flaps zero*“ und schaltete den Autopiloten zu.

Um 12:59:29 UTC meldete sich die Besatzung beim FVL von GVA Arrival und erhielt die folgende Freigabe: „*Swiss eight five zero victor, bonjour again, climb to seven thousand feet, call you back to repositioning.*“

Ein Mitarbeiter der Vorfeldverkehrsleitung (*Apron Control*) beobachtete den *tailstrike* und meldete die Beobachtung dem Verkehrsleiter GVA Apron Control (*Ground Movement Manager – GMMA*). Dieser informierte um 12:59:34 UTC den Flugverkehrsleiter *Ground Control* über die Heckberührung. Daraufhin ordnete der FVL *Ground Control* eine Pistenkontrolle an. Nach Angabe des anwesenden Dienstleiters wurde die Information über den *tailstrike* anschliessend an den Flugverkehrsleiter von GVA Arrival weitergeleitet, der mit der HB-IOC in Kontakt stand.

Um 13:00:11 UTC begann der Kommandant, nach Rücksprache mit der Copilotin, die Passagiere über den Durchstart zu informieren. Während er dies tat, stellte der FVL der Besatzung die folgende Frage: „*Swiss eight five kilo victor, did you hit the tail of your aircraft on the ground?*“ Der FVL musste die Frage wiederholen, bis die Copilotin wie folgt antwortete: „*Uhhh, not that I know, Swiss eight five kilo victor.*“

Nachdem der Kommandant die Passagiere informiert hatte, teilte ihm die Copilotin mit, dass der FVL gefragt habe, ob sie beim Durchstart mit dem Heck Pistenkontakt gehabt hätten. Der Kommandant war wie die Copilotin der Ansicht, dass dies nicht der Fall gewesen sei. Nach kurzer Diskussion entschlossen sie sich, sicher-

---

<sup>1</sup>  $g$ : Erdbeschleunigung, gerundet  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

<sup>2</sup> TOGA steht für *takeoff and go-around* und entspricht der maximal möglichen Leistung der Triebwerke.

heitshalber auch das Kabinenbesatzungsmitglied, das sich in der hinteren Bordküche befand, nach entsprechenden Hinweisen zu fragen. Dieses teilte mit, dass es wohl einen „Knall“ gegeben hätte, dieser aber wahrscheinlich auf das Bewegen eines Wagens (*trolley*) in der Bordküche zurückzuführen sei. Die Besatzung prüfte in dieser Phase die Anzeige der Druckbelüftung der Kabine. Diese zeigte keine Auffälligkeiten. Die weitere Diskussion bezüglich *tailstrike* zeichnete sich durch eine gewisse Unsicherheit aus. Das für einen solchen Fall publizierte Verfahren im QRH (vgl. Kapitel 1.17.1.5) wurde von der Besatzung nicht angesprochen.

Nachdem der FVL um 13:02:39 UTC eine Kursanweisung für die Positionierung auf den *downwind* gegeben hatte, diskutierte die Besatzung noch einmal während zwei Minuten über die Landung und den Durchstart. Die Copilotin erwähnte dabei, dass sie wegen der harten Landung erschrocken sei und in einer Schreckreaktion angefangen habe zu ziehen. Auch das Ausfahren der *ground spoilers* wurde angesprochen. Die Copilotin sprach in der Folge den erneuten Anflug an und erwähnte, dass sie diesen mit automatischer Schubregelung durchführen würde, damit sie sich voll und ganz auf die Landung konzentrieren könne. Etwas später merkte die Copilotin an, dass sie noch nie eine harte Landung gemacht habe.

Um 13:07:59 UTC, die Besatzung hatte in der Zwischenzeit die Anweisung zu einer Geschwindigkeitsreduktion auf 210 kt bekommen, sprach die Besatzung den Durchstart und die Klappenstellung nochmals an. Der Kommandant erwähnte, dass er fälschlicherweise die Klappen in die Position 2 statt in die Position 3 gesetzt habe.

Um 13:08:44 UTC erhielt die Besatzung eine Kursanweisung für den erneuten Anflug auf die Piste 05. Die Diskussion um die vorangegangene Landung und den Durchstart war damit für den Rest des Fluges beendet.

Der folgende Anflug verlief ereignislos und das Flugzeug setzte um 13:16:40 UTC auf der Piste 05 auf. Der FVL Tower wies die Besatzung um 13:17:25 UTC an, auf die Frequenz von GVA *Ground* zu wechseln.

Nach erfolgter Kontaktaufnahme teilte der FVL *Ground* der Besatzung um 13:20:38 UTC mit, dass ein Bodenkontakt des Hecks beobachtet worden sei, und schlug ihr vor, dies zu überprüfen. Die Besatzung nahm diese Information zur Kenntnis und veranlasste auf dem Standplatz eine entsprechende Kontrolle.

#### 1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls

Ort	Piste 05 des Flughafens Genf
Datum und Zeit	9. März 2014, 12:57 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Höhe	427 m/M

#### 1.2 Personenschäden

Verletzungen	Besatzungsmitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	6	72	78	Nicht zutreffend
Gesamthaft	6	72	78	0

### 1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Flugzeug wurde am hinteren Rumpfunterteil beschädigt (vgl. Anlage 3) und Reparaturarbeiten an Aussenhaut und Struktur waren notwendig. Auf Grund der Angaben des Flugbetriebsunternehmens machte der Flugzeughersteller den Vorschlag, den Schaden als gering (*minor*), einzustufen bzw. ihn in die Kategorie „*permanent repair with inspection required*“ (dauerhafte Reparatur mit Inspektionspflicht) einzuordnen.

### 1.4 Drittschaden

Der Verkehrsleiter *Ground Control* veranlasste unmittelbar nach der ersten Landung der HB-IOC eine Pistenkontrolle. Diese verlief ohne Beanstandungen.

### 1.5 Angaben zu Personen

#### 1.5.1 Flugbesatzung

##### 1.5.1.1 Kommandant

Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1965	
Lizenz	Verkehrspilotenlizenz für Flugzeuge ( <i>airline transport pilot licence aeroplane – ATPL(A)</i> ) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit ( <i>European Aviation Safety Agency – EASA</i> ), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)	
Flugerfahrung	Gesamthaft	11 334:46 h
	Auf dem Muster A32F <sup>3</sup>	4261:48 h
	Davon auf dem Vorfalldmuster A321	1160:50 h
	Als Kommandant	2758:05 h
	Auf dem Muster A32F	2314:40 h
	Davon auf dem Vorfalldmuster A321	508:14 h
	Während der letzten 90 Tage	241:14 h
	Auf dem Muster A32F	236:04 h
	Davon auf dem Vorfalldmuster A321	43:24 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 Vorfalles Ermüdung eine Rolle spielte.

##### 1.5.1.2 Copilotin

Person	Schweizerische Staatsbürgerin, Jahrgang 1983	
Lizenz	Berufspilotenlizenz für Flugzeuge ( <i>commercial pilot licence aeroplane – CPL(A)</i> ) nach <i>Joint Aviation Requirements (JAR)</i> , ausgestellt durch das BAZL	
Flugerfahrung	Gesamthaft	341:17 h
	Auf dem Muster A32F	201:10 h

<sup>3</sup> A32F steht für die Airbus-A320-Familie, dabei sind die Muster A318, A319, A320 und A321 gemeint.

Auf dem Vorfallmuster A321	52:46 h
Während der letzten 90 Tage	199:28 h
Auf dem Muster A32F	199:28 h
Davon auf dem Vorfallmuster A321	52:46 h

Alle vorliegenden Angaben deuten darauf hin, dass die Copilotin ihren 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

#### Allgemeine Angaben

Eintragungszeichen	HB-IOC
Luftfahrzeugmuster	A321-111
Charakteristik	Zweimotoriges Kurz- und Mittelstreckenflugzeug mit Turbofantrieb
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Eigentümer	Swiss International Airlines Ltd., Postfach, 4002 Basel, Schweiz
Halter	Swiss International Airlines Ltd., Postfach, 4002 Basel, Schweiz
Triebwerk	CFM International CFM56-5B1
Höchstzulässige Massen	Start 83 000 kg Landung 75 000 kg
Masse und Schwerpunkt	Die Masse des Flugzeuges zum Abflugzeitpunkt betrug 64 500 kg.  Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeughandbuch ( <i>Aircraft Flight Manual – AFM</i> ) zulässigen Grenzen.

### 1.6.2 Systembeschreibung

Im Folgenden werden nur diejenigen Systeme kurz beschrieben, die für den schweren Vorfall von Bedeutung waren. Es betrifft dies die Wirkung der Steuerkräfte am Steuerknüppel (*sidestick*) und die Funktion der Störklappen (*ground spoilers*) bei der Landung respektive beim Wechsel zwischen *ground mode* und *flight mode* im Zusammenhang mit der Stellung der Leistungshebel (*thrust levers*).

#### 1.6.2.1 Flugsteuerung

Der Airbus A321 verfügt über ein sogenanntes *fly-by-wire-system*. Im Unterschied zur klassischen Flugsteuerung, bei der die Steuerbewegungen des Piloten durch Stahlseile, Schubstangen oder Hydrauliksysteme an die Steuerflächen übertragen werden, findet die Übertragung der Steuerbefehle via Flugsteuerungscomputer an die hydraulischen Aktoren der jeweiligen Steuerflächen statt. Nur die hydraulischen Aktoren des Seitenruders und des Höhenleitwerks können zusätzlich mechanisch angesteuert werden.

Die beiden *sidesticks*, die zur manuellen Flugsteuerung durch die Piloten benutzt werden, sind nicht mechanisch gekoppelt und senden die Steuerbefehle separat an die Flugsteuerungscomputer. Die Steuerbefehle werden am Boden durch eine

Anzeige (*sidestick order indication*) auf dem primären Flugdatendisplay (*primary flight display – PFD*) dargestellt.

Die Flugsteuerungscomputer interpretieren die Flugsteuerungsbefehle des Piloten und bewegen die Steuerflächen, die für die Umsetzung des Befehls notwendig sind. Je nach Flugphase und Flugzustand gibt es verschiedene Regeln, nach denen die Flugsteuerungscomputer die Flugsteuerungsbefehle des Piloten umsetzen und das Überschreiten gewisser Grenzwerte verhindern.

Die Flugsteuerungscomputer bestehen beim A321 aus zwei *elevator aileron computers* (ELAC), drei *spoiler elevator computer* (SEC) und zwei *flight augmentation computers* (FAC).

Die Flugsteuerungscomputer haben je nach Flugphase verschiedene Betriebsmodi. Der Modus *normal law* ist vom Start bis zur Landung aktiv. Dieser Modus entspricht den Regeln der Flugsteuerungscomputer, die zur normalen Steuerung des Flugzeuges dienen, und beinhaltet auch Sicherheitsregeln (*protections*), die das Überschreiten gewisser Grenzwerte verhindern.

Zusätzlich zum Modus *normal law* gibt es noch zwei weitere Modi, das *alternate law* und das *direct law*. Diese zwei Modi werden aktiv, wenn Fehlfunktionen in bestimmten Systemen vorhanden sind.

Entsprechend der Abbildung 1 besteht der Modus *normal law* aus drei weiteren Modi; diese heissen *ground mode*, *flight mode* und *flare mode*.

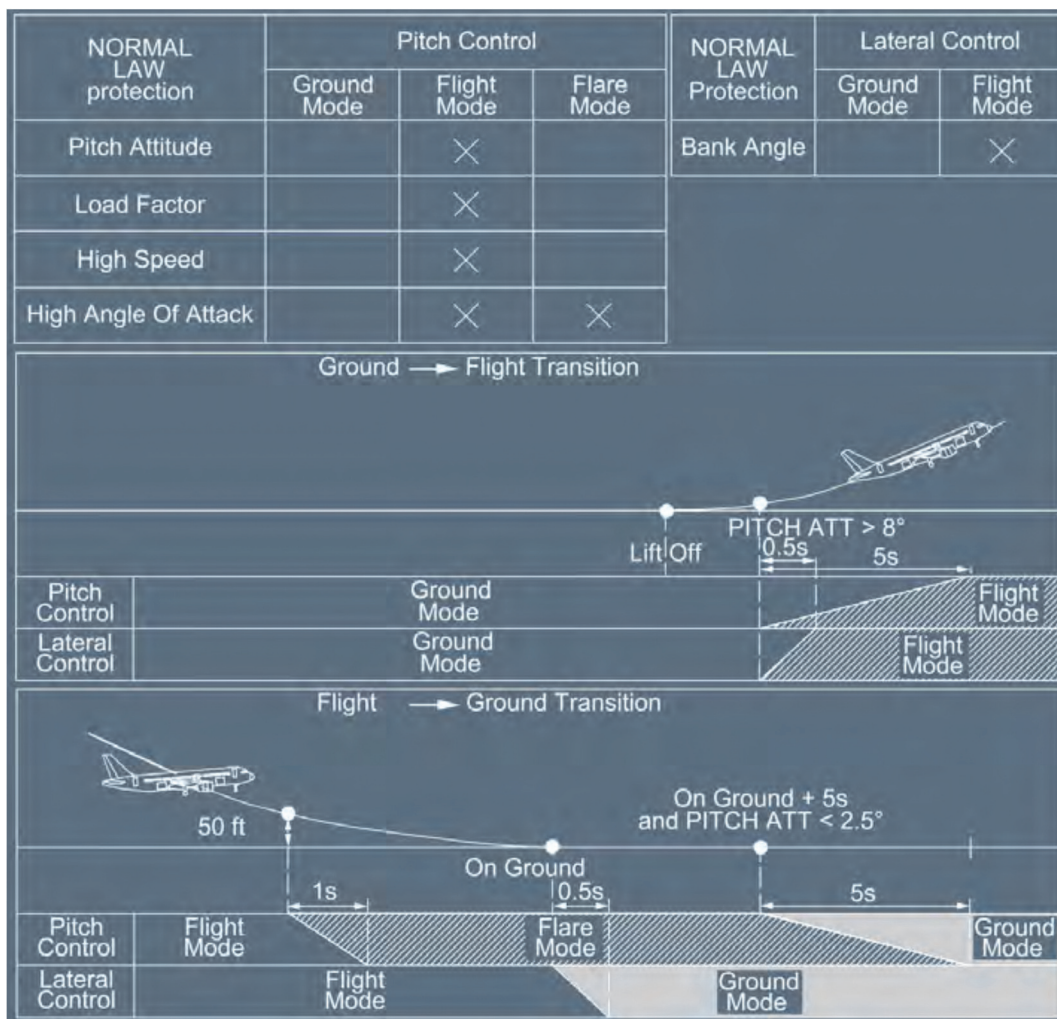


Abbildung 1: Logik des *normal law* (Kopie aus dem FCOM)

Im Modus *flight mode*, der aktiv ist, wenn sich das Flugzeug in der Luft befindet, entsprechen die Steuerbefehle des Piloten um die Querachse einem gewünschten Lastvielfachen und lateral entsprechen sie einer gewünschten Rollrate. Das Lastvielfache resp. die Rollrate sind proportional zur Auslenkung des *sidestick*. Befindet sich im Geradeausflug der *sidestick* in der neutralen Stellung, dann hält das Flugzeug um die Querachse (*pitch control*) eine stabile Lage, die ein konstantes Lastvielfaches von 1 g ergibt und lateral (*lateral control*) behält das Flugzeug die Tragflächen waagrecht (*wings level*). Für die Steuerung um die Querachse werden das Höhenruder und das trimmbare Höhenleitwerk so ausgeschlagen, dass das gewünschte Lastvielfache, erreicht wird. Die Trimmung um die Querachse (*pitch trim*) ist automatisch. Für die laterale Steuerung (*lateral control*) werden in diesem Modus die Querruder, die Störklappen (*spoilers*) (ausser Störklappe Nr. 1) und das Seitenruder so angesteuert, dass die gewünschte Rollrate erreicht wird. Für eine koordinierte Kurve wird das Seitensteuer in diesem Vorgang automatisch angesteuert.

Im Modus *ground mode* werden die Steuerflächen proportional zum *sidestick*-Ausschlag ausgeschlagen; der Querruderausschlag ist zudem abhängig von der Geschwindigkeit des Flugzeuges. Die Steuerbefehle des Piloten haben somit eine direkte Auswirkung auf die Steuerflächen. Die Steuerbefehle um die Querachse werden direkt auf das Höhenruder übertragen und die Befehle um die Längsachse werden direkt auf die Querruder und die Rollstörklappen (*roll spoilers*) übertragen. Eine automatische *pitch trim* gibt es in diesem Modus nicht. Dieser Modus ist nur am Boden mit eingefedertem (*compressed*) Hauptfahrwerk aktiv.

Der Modus *flare mode* existiert nur für die Steuerung um die Querachse (*pitch control*). Dieser Modus ist aktiv während des Landevorgangs. Beim Passieren von 50 ft Funkhöhe (*radio altitude – RA*) behält das trimmbare Höhenleitwerk die aktuelle Lage bei und das *normal law* wechselt vom *flight mode* in den *flare mode*. Im *flare mode* wird im Wesentlichen das Höhenruder direkt angesteuert, das heisst dass der Steuerflächenausschlag proportional zum Seitenknüppelausschlag ist. Das System merkt sich beim Passieren von 50 ft RA die aktuelle Fluglage des Flugzeuges und nimmt diese als Ausgangsreferenz. Beim Passieren von 30 ft RA beginnt die Flugsteuerung, ausgehend von dieser Referenz, die Fluglage um die Querachse (*pitch control*) um  $-2^\circ$  über eine Periode von 8 Sekunden zu reduzieren. Konsequenterweise muss der Pilot im Abflachvorgang gefühlvoll (*gentle*) am *sidestick* ziehen. Dadurch ist die Steuerung des Flugzeuges beim Abflachen vom Gefühl her ähnlich wie bei einem Flugzeug mit konventioneller Steuerung. Nach dem Aufsetzen wird das Bugfahrwerk auf herkömmliche Weise unverzüglich auf den Boden geführt. Zudem wird durch den *flare mode* das Höhensteuer geringfügig nach unten ausgeschlagen was der Tendenz des Flugzeuges, sich aufzubauen (*nose up tendency*), entgegenwirkt, die beim Ausfahren der Störklappen auftritt.

Um die Querachse (*pitch control*) beginnt der Übergang vom *flare mode* in den *ground mode*, wenn das Flugzeug am Boden ist und einen Lagewinkel von kleiner als  $2.5^\circ$  *aircraft nose up* (ANU) hat. Der Übergang dauert 5 Sekunden. Am Ende dieses Übergangs wird das trimmbare Höhenleitwerk auf  $0^\circ$  gesetzt. Bezüglich der lateralen Kontrolle (*lateral control*) beginnt der Übergang vom *flight mode* in den *ground mode* direkt beim *touchdown* und dauert 0.5 Sekunden.

#### 1.6.2.2 Störklappen

Die Störklappen (*spoilers*) haben drei Funktionen. Sie unterstützen die Querruder in der Steuerung um die Längsachse, indem sie asymmetrisch ausgefahren werden (*roll spoilers*). Sie können bei symmetrischem Ausfahren als Luftbremse (*speedbrake*) genutzt werden. Bei der Landung und beim Startabbruch werden sie

voll ausgefahren (*ground spoilers*) um den Auftrieb der Tragflächen zu verringern und damit eine maximale Belastung der Fahrwerksräder mit der Flugzeugmasse zu erreichen, damit die Bremsen stärker verzögern können.

Der A321 hat fünf *spoilers* auf jedem Flügel. Alle *spoilers* werden bei der Landung und beim Startabbruch als *ground spoilers* genutzt. Die *spoilers* 2–5 werden auch als *roll spoilers* genutzt. Die *spoilers* 2–4 werden zusätzlich als Luftbremse genutzt. Bei der Landung werden die *ground spoilers* ausgefahren, wenn entweder beide Hauptfahrwerke eingefedert (*compressed*) sind, die *ground spoilers* vorgewählt (*armed*) sind und sich beide Leistungshebel in der Stellung *idle* befinden oder wenn beide Hauptfahrwerke eingefedert (*compressed*) sind, die *ground spoilers* nicht vorgewählt sind, aber mit mindestens einem der beiden Leistungshebel Umkehrschub (*reverse*) gewählt ist.

Die *ground spoilers* fahren bei der Landung partiell (10°) aus, wenn mit mindestens einem Leistungshebel Umkehrschub gewählt ist und ein Hauptfahrwerk eingefedert (*compressed*) ist. Dieses partielle Ausfahren der *ground spoilers* erleichtert die Einfederung des zweiten Hauptfahrwerks und führt dann dazu, dass die *ground spoilers* komplett ausfahren.

Wenn nach dem Aufsetzen entschieden wird, durchzustarten, so fahren die *ground spoilers* wieder ein, wenn mindestens einer der beiden Leistungshebel eine Stellung von mehr als 20° erreicht hat, was annähernd der Stellung *climb thrust* (CL) entspricht, die bei 22° liegt.

#### 1.6.2.3 Leistungshebel

Die Leistungshebel (*thrust levers*) sind eine Schnittstelle zwischen dem Piloten, dem Flugweg- und Flugleitreechner (*flight management guidance computer – FMGC*) und dem digitalen elektronischen Triebwerksregelsystem (*full authority digital engine control system – FADEC*). Einerseits wird mit den Leistungshebeln der Schub der Triebwerke kommandiert, andererseits werden damit auch bestimmte *modes* des FMGC gewählt.

Die automatische Schubregelung kann mit Hilfe der Leistungshebel ausgeschaltet werden und der Schub kann manuell kommandiert werden.

In den Leistungshebelstellungen TOGA und FLX<sup>4</sup> wird der *takeoff mode* aktiviert und mit der Stellung TOGA wird auch der *go-around mode* aktiviert.

Die Leistungshebel haben zudem auch Einfluss auf die *ground-spoiler*-Logik, wie oben beschrieben.

## 1.7 Meteorologische Angaben

### 1.7.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz befand sich am Rande eines kräftigen Hochs mit Kern über Nordosteuropa.

### 1.7.2 Wetter zur Zeit und am Ort des schweren Vorfalls

Der Himmel war wolkenlos. Über dem Genfer Seebecken lag Dunst.

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls war die folgende Flugplatzwettermeldung (*meteorological aviation routine weather report – METAR*) gültig:

---

<sup>4</sup> FLX steht für *flex temperature*. Damit meint man eine gegenüber der aktuellen erhöhte Aussentemperatur, die zur Triebwerkleistungsberechnung ins FMGC eingegeben wird um damit die Startleistung der Triebwerke zu Schonungszwecken unter den maximal möglichen Wert zu reduzieren.



METAR LSGG 091250Z 09004KT 350V120 CAVOK 13/03 Q1028 NOSIG=

Ausgeschrieben bedeutet dies:

Am 9. März 2014 wurden kurz vor der Ausgabezeit der Flugplatzwettermeldung von 12:50 UTC auf dem Flugplatz Genf die folgenden Wetterbedingungen beobachtet:

Wind	Aus 090 Grad mit 4 kt. Dabei wehte der Wind innerhalb des jüngsten 10-Minuten-Messintervalls aus Richtung 350 bis 120 Grad.
Meteorologische Sicht	12 km
Niederschläge	trocken
Bewölkung	wolkenlos
CAVOK	Meteorologische Sicht: 10 km oder mehr. Keine Wolken unterhalb 5000 ft oder unterhalb der höchsten <i>minimum sector altitude</i> (MSA), in Genf 10 000 ft über Grund ( <i>above ground level – AGL</i> ). Kein Cumulonimbus (CB) oder <i>towering cumulus</i> (TCU) auf jeglicher Höhe. Keine signifikante Wettererscheinung
Temperatur	13 °C
Taupunkt	3 °C
Luftdruck (QNH)	1028 hPa, Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der Standardatmosphäre der internationalen Zivilluftfahrtorganisation ( <i>International Civil Aviation Organisation – ICAO</i> )
Landewetterprognose	In den zwei Stunden, die auf die Wetterbeobachtung folgen, sind keine signifikanten Änderungen zu erwarten.

#### 1.7.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand Azimut: 202 ° Höhe: 37 °

Beleuchtungsverhältnisse Tag

#### 1.7.4 ATIS-Meldung des Flughafens Genf

Die Information des *automatic terminal information service* (ATIS) mit dem Kennwort BRAVO wurde von der Besatzung über das ACARS<sup>5</sup> angefordert und auf dem Flugzeug um 12:31 UTC wie folgt ausgedruckt:

„LSGG ARR ATIS B.  
1220Z RWY IN USE 05, ILS APCH.  
MET REPORT LSGG 1220.  
WIND VRB, 1 KT.  
CAVOK.  
T 13. DP 3.

<sup>5</sup> ACARS steht für *Aircraft Communications Addressing and Reporting System*. ACARS ist ein digitales Datenübermittlungssystem, das zur Übermittlung von einfachen Nachrichten zwischen Flugzeug und Bodenstationen und umgekehrt dient. Das System dient unter anderem dazu, Fehlermeldungen automatisch und ohne Zutun der Besatzung, an die entsprechenden Stellen am Boden zu übermitteln.

QNH 1028.  
NOSIG.  
TRL 80.”

Ausgeschrieben bedeutet dies:

LSGG ARR ATIS B	Flughafen Genf, Ankunftsinformation, ATIS-Kennwort BRAVO
1220Z RWY IN USE 05, ILS APCH	12:20 UTC, Piste in Betrieb 05, Instrumen- tenanflug
MET REPORT LSGG 1220	Meteorologischer Bericht des Flughafens Genf von 12:20 UTC
WIND VRB, 1 KT	Windrichtung variabel, Windstärke 1 kt
CAVOK	Meteorologische Sicht: 10 km oder mehr. Keine Wolken unterhalb 5000 ft oder un- terhalb der höchsten <i>minimum sector alti- tude</i> (MSA), in Genf 10 000 ft AGL. Kein Cumulonimbus (CB) oder Towering Cumulus (TCU) auf jeglicher Höhe. Keine signifikante Wettererscheinung
T 13. DP 3	Temperatur 13 °C, Taupunkt 3 °C
QNH	Luftdruck 1028 h Pa
NOSIG	In den zwei Stunden, die auf die Wetterbe- obachtung folgen, sind keine signifikanten Änderungen zu erwarten.

## 1.8 Navigationshilfen

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls waren für den Flughafen Genf keine für den Flug SWR 85KV relevanten Beschränkungen publiziert.

## 1.9 Kommunikation

Der Funkverkehr zwischen den Piloten und den Flugverkehrsleitstellen Genf wickelte sich ordnungsgemäss in englischer Sprache und ohne Schwierigkeiten ab.

## 1.10 Angaben zum Flughafen

### 1.10.1 Allgemeines

Der Flughafen Genf liegt im Südwesten der Schweiz, nordwestlich der Stadt Genf, am Fusse des Juras und ist der zweitgrösste Flughafen der Schweiz. Im Jahre 2013 wurde auf ihm ein Verkehrsvolumen von über 188 000 Bewegungen mit über 14 Millionen Passagieren abgewickelt.

Die Bezugshöhe des Flughafens beträgt 1411 ft AMSL und als Bezugstemperatur sind 24.8 °C festgelegt.

### 1.10.2 Pistenausrüstung

Der Flughafen Genf zeichnet sich durch nur eine Hartbelagpiste und eine im Norden dazu parallel verlaufende Graspiste aus. Die Pisten können in beiden Rich-

tungen für Starts und Landungen benützt werden. Die Piste 23 ist mit einem Instrumentenlandesystem (ILS) der Kategorie II/III ausgerüstet und die Piste 05 mit einem der Kategorie I. Die Pisten weisen folgende Abmessungen auf:

Pistenbezeichnung	Abmessungen	Höhe der Pistenschwellen
05/23 Hartbelagpiste	3900 × 50 m	1411/1365 ft AMSL <sup>6</sup>
05/23 Graspiste	823 × 30 m	Nicht ausgewiesen

Die Pistenschwelle der Hartbelagpiste 05 ist um 330 m versetzt (*displaced threshold*), was für eine Landung zu einer verfügbaren Pistenlänge von 3570 m führt. Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls stand diese gesamte Pistenlänge von 3570 m zur Verfügung.

#### 1.10.3 Rettungs- und Feuerwehrdienste

Der Flughafen Genf war zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls mit Feuerbekämpfungsmitteln der Kategorie 9 ausgerüstet. Die Berufsfeuerwehr des Flughafens leistete während des Flugbetriebes permanent Bereitschaftsdienst.

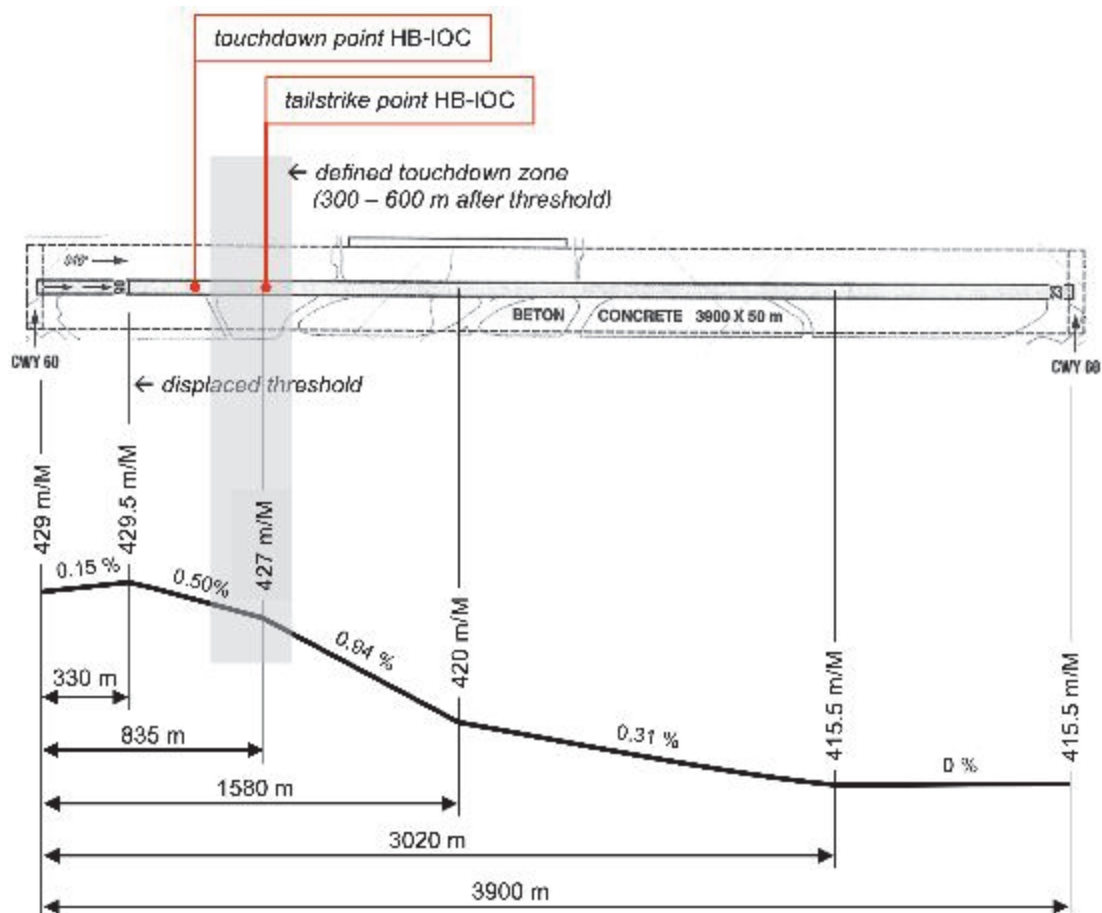
#### 1.10.4 Pistenprofil

Die Besatzung hat während ihres Anfluges einen Buckel in der Landezone der Piste 05 angesprochen. Die Piste 05 weist auf den ersten 330 m einen *upslope* von 0.15 % auf, gefolgt von unterschiedlichen *downslopes* von 0.50 % respektive 0.94 % innerhalb der Aufsetzzone (*touchdown zone*). Ein erster solcher Buckel liegt also direkt auf der versetzten Pistenschwelle (*displaced threshold*) der Piste 05 und ein zweiter in der Landezone, die per Definition zwischen 300 und 900<sup>7</sup> m nach der Pistenschwelle liegt. Dieser zeichnet sich, wie Abbildung 2 aufzeigt, durch zwei unterschiedliche *downslopes* aus.

---

<sup>6</sup> AMSL: *above mean sea level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

<sup>7</sup> Gemäss ICAO, Annex 14, Aerodromes. Im Flugbetriebsunternehmen wird diese *touchdown zone* im OM-A, Kapitel 8.4.6.7 „*Touchdown*“, wie folgt definiert: „*The touchdown shall be accomplished at a distance of 300 m to 600 m from the landing threshold.*“



**Abbildung 2:** Aufsicht und Längsprofil der Piste 05  
 (Aufsicht: Kopie aus dem AIP Switzerland)  
 (Profil: gemäss Angaben technischer Dienst Flughafen Genf)

## 1.11 Flugschreiber

### 1.11.1 Flugdatenschreiber

Muster	SSFDR, F1000
Hersteller	Fairchild
Werknummer	serial number 00741; part number S800-3000-0
Anzahl Parameter	602
Aufzeichnungsmedium	solid state memory
Aufzeichnungsdauer	ca. 60 Stunden

Die Daten des Flugdatenschreibers (*digital flight data recorder* – DFDR) waren lückenlos aufgezeichnet und konnten ausgelesen werden.

In Anlage 1 und 2 sind die für den schweren Vorfall relevanten Daten grafisch dargestellt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Aufzeichnungszeitpunkte für die einzelnen Parameter unterschiedlich sind. Es gelten die folgenden Aufzeichnungskriterien:

- *Sidestick control inputs*: 4-mal pro Sekunde
- *Pitch angle*: 4-mal pro Sekunde
- g-Werte: 8-mal pro Sekunde

- *Ground spoilers: in/out* 2-mal pro Sekunde, *angle position* 1-mal pro Sekunde
- *Thrust-lever*-Stellung: 1-mal pro Sekunde, *thrust lever* links und rechts um eine halbe Sekunde gegeneinander verschoben
- Funkhöhe (*radio altitude*): 1-mal pro Sekunde, alternierend pro *radio altimeter*

Somit sind die Aufzeichnungen bei vier respektive acht Aufzeichnungspunkten pro Sekunde sehr genau. Demgegenüber besteht bei nur einer Aufzeichnung pro Sekunde bereits eine gewisse Ungewissheit, weil nicht ersichtlich ist, wann und wie innerhalb dieser Sekunde eine Veränderung stattgefunden hat. Bei den Aufzeichnungen der *thrust-lever*-Stellungen kommt hinzu, dass die Aufzeichnungspunkte um eine halbe Sekunde gegeneinander verschoben sind. Es kann deshalb sein, dass entgegen der grafischen Darstellung (Punkt 6 und 8 in Anlage 1), die beiden *thrust levers* im vorliegenden Fall parallel und zügig in die TOGA-Position verschoben wurden.

#### 1.11.2 Sprach- und Geräuschaufzeichnungsgerät

Muster	SSCVR, A200S
Hersteller	Fairchild
Werknummer	<i>serial number</i> 02429; <i>part number</i> S200-0012-00
Anzahl Kanäle	6
Aufzeichnungsmedium	<i>solid state memory</i>
Aufzeichnungsdauer	2 Stunden (2 Kanäle); 30 Min (4 Kanäle)

Alle sechs Kanäle des Sprach- und Geräuschaufzeichnungsgeräts (*cockpit voice recorder* – CVR) konnten ausgewertet werden und standen der Untersuchung zur Verfügung.

#### 1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

Nicht betroffen

#### 1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen

Es liegen keine Hinweise auf gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Ermüdung der Piloten vor.

#### 1.14 Feuer

Nicht betroffen

#### 1.15 Überlebensaspekte

Die Aufzeichnungen zeigen, dass die maximale vertikale Beschleunigung bei der Landung 1.4 g betrug. Diese Belastung liegt in einem normalen Bereich, denn von einer „harten Landung“, die entsprechende technische Kontrollen verlangt, spricht man per Definition erst bei einer Belastung von über 2.6 g (vgl. Kapitel 1.17.1.7). Beim Kontakt des Flugzeugrumpfes mit der Piste wurde der Druckdom des Flugzeuges nicht beschädigt. Es bestand zu keinem Zeitpunkt eine Gefährdung der Besatzung und der Passagiere.

#### 1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Nicht betroffen

## 1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

### 1.17.1 Flugbetriebsunternehmen

#### 1.17.1.1 Allgemeines

Das Flugbetriebsunternehmen hat die Verfahrensvorgaben (*Operating Procedures*) für die Besatzungen in unterschiedlichen Betriebshandbüchern festgehalten. Dazu gehören die Betriebshandbücher (*Operations Manual – OM*) OM-A und OM-B. Während das OM-A allgemeine Verfahrensvorgaben enthält, sind im OM-B respektive im *Flight Crew Operating Manual (FCOM)* die für das Flugzeugmuster A321 spezifischen Verfahren festgehalten. Diese basieren auf dem Betriebshandbuch des Flugzeugherstellers. Das Flugbetriebsunternehmen hält einleitend dazu im FCOM unter anderem Folgendes fest: *„In accordance with EU-OPS 1.130, the FCOM contains all relevant information published in the Aircraft Flight Manual.“*

Als Ergänzung und zu Ausbildungszwecken dient zudem das *Flight Crew Training Manual (FCTM)*, das ebenfalls Verfahrensvorgaben enthält. Das Flugbetriebsunternehmen hält dazu im FCTM einleitend unter anderem Folgendes fest: *„The Flight Crew Training Manual (FCTM) is published as a supplement to the Operations Manual Part B (OM-B) and is designed to provide pilots with practical information on how to operate the Airbus aircraft. It should be read in conjunction with the OM-B. If there is any conflicting information, the OM-B is the overriding reference.“*

*SWISS training policy may be different for some sections. If this is the case, the SWISS training policy is the overriding authority.“*

Im Weiteren wird für die tägliche Arbeit der Besatzungen das sogenannte *Quick Reference Handbook (QRH)* des Flugzeugherstellers benutzt. Dieses QRH ist das einzige Handbuch, das der Besatzung in Papierform zur Verfügung steht. Alle anderen Betriebshandbücher haben die Besatzungen in elektronischer Form.

Im Folgenden wird nur auf jene Stellen in obigen Betriebshandbüchern eingegangen, die für den vorliegend untersuchten schweren Vorfall von Bedeutung sind.

#### 1.17.1.2 Allgemeine Verfahrensvorgaben

Die Copilotin hatte für den Anflug den Autopiloten und die automatische Schubregelung ausgeschaltet. Als Grundlage für den Einsatz des Autopiloten und der automatischen Schubregelung wird im Kapitel 8.3 *„Flight Procedures“* im OM-A unter anderem Folgendes festgehalten [Fettdruck im Original]:

### **„8.3.18 Use of autopilot and autothrottle**

#### **8.3.18.1 Use of autopilot**

*Flight without autopilot is permitted in VMC<sup>[8]</sup> and IMC<sup>[9]</sup> provided that:*

- *The PF keeps his attention constantly on the primary flight instruments and natural horizon if available. Whenever the PF has to divert his attention to other equipment the autopilot shall be engaged within its technical limitations.*

*With the autopilot engaged the following applies:*

- *The PF shall constantly monitor the autopilot mode and performance as well as the primary flight instruments. Whenever he has to divert his attention a verbal handover of controls to the other pilot shall be performed.*

#### **8.3.18.2 Use of autothrottle**

*The autothrottle shall be engaged in the appropriate mode at all times if technically available. Deviations/exceptions are regulated in the OM-B.*

#### **8.3.18.3 Flight without autopilot/autothrottle**

*Flight without autopilot/autothrottle is permitted according to MEL<sup>[10]</sup> (refer to OM-B). However specific flight/cabin crew procedures must be established and a briefing performed prior to flight.”*

Als Entscheidungsgrundlage für einen Durchstart wird unter anderem im Kapitel 8.4.5 „Missed Approach“ unter 8.4.5.1 „General“ Folgendes festgehalten:

*„The decision to initiate a missed approach procedure may be taken by either pilot and must be clearly announced: "go-around".*

*Normally no control change takes place and the missed approach is flown by the PF.*

*Once the decision to perform a missed approach has been taken, it shall not be reversed.”*

Bezüglich Durchstart in Landekonfiguration ist zusätzlich Folgendes festgehalten [Fettdruck im Original]:

#### **„8.4.5.3 Missed approach in landing configuration (balked landing)**

*If the pilot suspects that for one or more reasons a safe landing is no longer guaranteed, a missed approach shall be initiated as long as practicable. Reaction of the engines (spin-up), speed, pitch attitude and climb path to be followed must be considered carefully.”*

Gemäss Aussage der Besatzung erhielt sie die Landefreigabe relativ spät, da noch ein anderes Flugzeug auf der Piste war. Bezüglich Landesequenz steht im OM-A im Kapitel 8.4.6.2 „Landing sequence“ Folgendes [Fettdruck im Original]:

*„For approach and landing, ATC<sup>[11]</sup> provides a longitudinal separation of 2.5 to 7 NM depending on wake turbulence category (super/heavy/medium) in approach sequence as described in OM-A § 8.3.9.4.*

<sup>8</sup> VMC: *visual meteorological conditions*; Sichtwetterbedingungen

<sup>9</sup> IMC: *instrument meteorological conditions*; Instrumenten-Wetterbedingungen

<sup>10</sup> MEL: *minimum equipment list*

<sup>11</sup> ATC: *air traffic control*

*When the preceding aircraft still occupies the runway, ATC issues a landing clearance only if local rules so permit.*

*ATC considers landing under these circumstances safe if:*

- *No problems are to be expected on landing due to runway conditions;*
- *daylight only;*
- *a preceding landing aircraft has landed and has passed a point at least 2400 m from the threshold of the runway, is in motion and will vacate the runway without backtracking;*
- *the visual conditions are such, that the preceding aircraft can be seen by the landing crew.*

**Note:** *The decision to accept such a landing clearance lies with the CMD<sup>[12]</sup>.*"

### 1.17.1.3 Flugzeugspezifische Verfahrensvorgaben

Im OM-B respektive im FCOM, im Kapitel „*Procedures, Normal Operation, Standard Operating Procedures*“, gültig für alle A321, wird zum Gebrauch der automatischen Schubregelung (*autothrust – A/THR*) Folgendes festgehalten:

#### USE OF A/THR SYSTEM

Ident.: PRO-NOR-SOP-01-01.01.01.01.06-90000215,9000212 / 29 MAR 12

Applicable to: ALL

- Generally the A/THR is expected to fly the managed or selected speeds within certain tolerances (ref speed definitions *Refer to PRO-SUP-10 General*). If the A/THR does not behave as expected, it shall be switched off in time.
- Compulsory use: Whenever AP is engaged. (Exception: A/THR not available)
- For manually flown approaches, manual thrust may be used.

**Abbildung 3:** Gebrauch der automatischen Schubregelung (Kopie aus dem FCOM)

Bezüglich Durchstart ist im Weiteren als generelle Information Folgendes festgehalten:

#### Missed Approach

#### General

#### GENERAL

Ident.: PRO-NOR-SOP-01-01.06-01.06.01-90000331,9000332 / 29 MAR 12

Applicable to: ALL

- Once the decision to execute a missed approach has been made a positive rate of climb must be established as rapidly as possible in order to reduce altitude loss to a minimum. This calls for simultaneous thrust increase and nose-up rotation.
- The wings should be kept level during the initial phase.
- Commanded airspeed during GA will be VAPP or the A/C speed at go-around initiation, whichever is higher.

**Abbildung 4:** Generelle Angaben zum Durchstart (Kopie aus dem FCOM)

<sup>12</sup> CMD: *commander*



Bezüglich Arbeitsteilung bei einem Durchstart wird im Weiteren Folgendes festgehalten:

Missed Approach	
Task Sharing during Go Around	
TASK SHARING DURING GO AROUND	
Ident.: PRO-NOR-SOP-01-01.06-01.06.02-90000326.9000328 / 29 MAR 12	
Applicable to: ALL	
THE PF SHALL	THE PNF SHALL
Move the thrust levers to TOGA position	
Order: <b>“Go-around Thrust Flaps 1 step”</b>	Check that TOGA thrust is achieved. Select flaps 1 step up
Monitor rotation in AUTO GA or rotate the aircraft to 15 ° ANU initially in MAN GA.	
When positive ROC is established, order: <b>“Gear up”</b>	After positive ROC is checked, select gear up.
Follow FD pitch bar in SRS-mode.	Monitor pitch
	Call out <b>“Flaps 3/2”</b> Check speed brakes are retracted
Monitor automatic NAV engagement or order <b>“Select HDG ...”</b>	Select HDG according to order. Cross check Navigation.
At thrust reduction / acceleration altitude select Climb thrust and check that  - A/THR engages and Target speed becomes GREEN DOT.  <i>Note: If target speed does not become GREEN DOT, select OP CLB.</i>	Cross check engagement of A/THR. Cross check vertical profile (acceleration, target speed).
Accelerate aircraft to V <sub>GREEN DOT</sub> or restricting speed. Order clean up as appropriate (Config. change from flaps 3 to flaps 1 is done in one step). If required, partial clean up to flaps 2 or 1 is possible.	

**Abbildung 5:** Angaben zur Arbeitsteilung bei einem Durchstart (Kopie aus dem FCOM)

Im Kapitel „General Operational Principles“ steht unter dem Unterkapitel „Abnormal Call-Outs“ unter anderem Folgendes:

**GO-AROUND**

EVENT / ABNORMAL CONDITION	CALL-OUT
- * AP off in FMA: Both AP's disengaged	“AUTOPILOT OFF”
- Engine thrust too low	“THRUST”
- A/THR lost	“MANUAL THRUST”
- Aircraft configuration not according GA schedule	“FLAPS” or “GEAR”
- Pitch attitude too low or too high	“PITCH”
- Abnormal bank attitude	“BANK”

*Continued on the following page*

Continued from the previous page

EVENT / ABNORMAL CONDITION	CALL-OUT
- Heading deviation	"HEADING"
- Speed dropping below $V_{GA}$	"SPEED"

**Abbildung 6:** *Abnormal call-outs* bei einem Durchstart (Kopie aus dem FCOM);  $V_{GA}$  bedeutet dabei die für den Durchstart vorgesehene Mindestgeschwindigkeit.

#### 1.17.1.4 Verfahrensvorgaben im Trainingsmanual

Im FCTM, das für die Airbus-Muster A318, A319, A320 und A321 gilt, wird bezüglich Einsatz der *autothrust* Folgendes festgehalten:

##### **„A/THR USE - SUMMARY**

*Use of A/THR is recommended during the entire flight.*

*It may be used in most failures cases, including:*

- *Engine failure, even during autoland*
- *Abnormal configurations*

Im Weiteren werden im Kapitel „*Landing*“ bezüglich *clearance at touchdown* folgende Werte publiziert:

CLEARANCE AT TOUCH DOWN			
Ident.: NO-170-00005587.0005001 / 26 MAR 08			
Criteria: 321-100			
Applicable to: ALL 321-111			
Geometry limit at touch down	Pitch attitude at VAPP(Vref +5 kt) <sup>(1)</sup>	Pitch attitude at touch down	Clearance <sup>(2)</sup>
11.2 °	2.4 °	6.6 °	4.6 °

<sup>(1)</sup> *Flight path in approach: -3 °*

<sup>(2)</sup> *Clearance = geometry limit - pitch attitude at touch down*

CLEARANCE AT TOUCH DOWN			
Ident.: NO-170-00005587.0006001 / 26 MAR 08			
Criteria: 321-200			
Applicable to: ALL 321-212			
Geometry limit at touch down	Pitch attitude at VAPP(Vref +5 kt) <sup>(1)</sup>	Pitch attitude at touch down	Clearance <sup>(2)</sup>
10.8 °	2.4 °	6.6 °	4.2 °

<sup>(1)</sup> *Flight path in approach: -3 °*

<sup>(2)</sup> *Clearance = geometry limit - pitch attitude at touch down*

**Abbildung 7:** Lagewinkel bei der Landung (Kopie aus dem FCOM)

Im Weiteren wird in der Folge im Kapitel „*Tail Strike Avoidance*“ das Thema *tail-strike* behandelt. Dabei wird beschrieben, wie diese verhindert werden sollen und wie bei *bounced landings* vorgegangen werden soll. Unter anderem wird Folgendes festgehalten [Hervorhebung im Original]:

*„Although most of tailstrikes are due to deviations from normal landing techniques, some are associated with external conditions such as turbulence and wind gradient.“*

##### **DEVIATION FROM NORMAL TECHNIQUES**

*Deviations from normal landing techniques are the most common causes of tail-strikes. The main reasons for this are due to:*

- *Allowing the speed to decrease well below VAPP<sup>13</sup> before flare*  
*Flying at too low speed means high angle of attack and high pitch attitude, thus reducing ground clearance. When reaching the flare height, the pilot will have to significantly increase the pitch attitude to reduce the sink rate. This may cause the pitch to go beyond the critical angle.*
- *Prolonged hold off for a smooth touchdown*  
*As the pitch increases, the pilot needs to focus further ahead to assess the aircraft's position in relation to the ground. The attitude and distance relationship can lead to a pitch attitude increase beyond the critical angle.*
- *Too high flare*  
*A high flare can result in a combined decrease in airspeed and a long float. Since both lead to an increase in pitch attitude, the result is reduced tail clearance.*
- *Too high sink rate, just prior reaching the flare height*  
*In case of too high sink rate close to the ground, the pilot may attempt to avoid a firm touchdown by commanding a high pitch rate. This action will significantly increase the pitch attitude and, as the resulting lift increase may be insufficient to significantly reduce the sink rate, the high pitch rate may be difficult to control after touchdown, particularly in case of bounce.*
- *Bouncing at touchdown*  
*In case of bouncing at touchdown, the pilot may be tempted to increase the pitch attitude to ensure a smooth second touchdown. If the bounce results from a firm touchdown, associated with high pitch rate, it is important to control the pitch so that it does not further increase beyond the critical angle.*

### **BOUNCING AT TOUCHDOWN**

*In case of light bounce, maintain the pitch attitude and complete the landing, while keeping the thrust at idle. Do not allow the pitch attitude to increase, particularly following a firm touchdown with a high pitch rate. In case of high bounce, maintain the pitch attitude and initiate a go-around. Do not try to avoid a second touchdown during the go-around. Should it happen, it would be soft enough to prevent damage to the aircraft, if pitch attitude is maintained.”*

Im Folgekapitel „Consideration about go-around” (NO-180) wird zusätzlich unter anderem noch Folgendes festgehalten [Fettdruck und Farbe im Original]:

### **„GO-AROUND NEAR THE GROUND**

*If the PF initiates a go-around, the flight crew must complete the go-around maneuver. The PF must not initiate a go-around after the selection of the thrust reversers.*

*If the flight crew performs a go-around near the ground, they should take into account the following:*

- *The PF should avoid excessive rotation rate, in order to prevent a tailstrike*
- *A temporary landing gear contact with the runway is acceptable. For more information Refer to NO-170 TAIL STRIKE AVOIDANCE*
- *In the case of bounce, the flight crew must consider delaying flap retraction*
- *The PF should order landing gear retraction when the aircraft reaches and maintains positive climb with no possibility of subsequent touchdown.*

---

<sup>13</sup> VAPP: vom FMGC errechnete Geschwindigkeit während des Endanfluges

**Note:** *If the aircraft is on the runway and in FULL configuration when the PF applies TOGA thrust, a CONFIG FLAPS NOT IN T.O CONFIG ECAM alert is triggered. The flight crew should disregard this alert.*

Bereits im Kapitel „Takeoff“ (NO-50) wird bei der Beschreibung des Rotierens beim Start auf die *tailstrike*-Problematik verwiesen, die speziell beim Muster A321 eine Rolle spielt. Unter anderem steht dort:

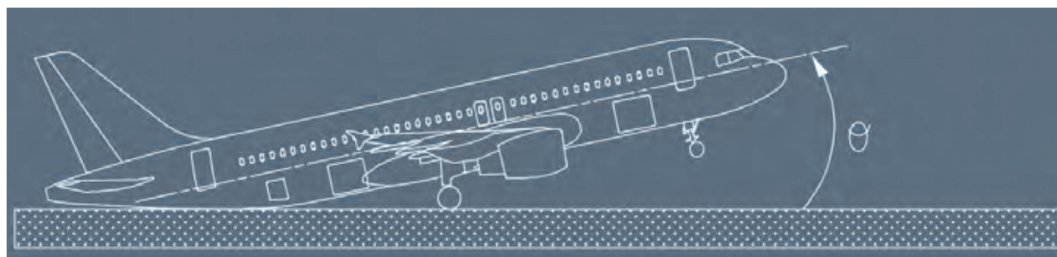
*„Initiate the rotation with a smooth positive backward sidestick input (typically 1/3 to 1/2 backstick). Avoid aggressive and sharp inputs.*

*The initial rotation rate is about 3 °/s. Avoid low rotation rates as this will have an impact on takeoff performance by increasing the takeoff ground run. Rotation rates between 2 °/s and 3 °/s will have a minimal impact on takeoff run but rates significantly below 2 °/s should be avoided.*

*If the established pitch rate is not satisfactory, the pilot must make smooth corrections on the stick. He must avoid rapid and large corrections, which cause sharp reaction in pitch from the aircraft. If, to increase the rotation rate, a further and late aft sidestick input is made around the time of lift-off, the possibility of tailstrike increases significantly on A321.*

*During rotation, the crew must not chase the FD pitch bar, since it does not give any pitch rate order, and might lead to overreaction.*

Analog zum Kapitel „Landing“ werden die Flugzeuggeometrie beim *takeoff* und speziell die *tailstrike*-Problematik der verschiedenen Airbus-Muster sowohl im FCOM wie auch im FCTM unter anderem wie folgt angesprochen:



MAIN GEAR OLEO POSITION	PITCH ATTITUDE $\theta$			
	A318	A319	A320	A321
FULLY EXTENDED	17.3 °	15.5 °	13.5 °	11.2 °
FULLY COMPRESSED	15.7 °	13.9 °	11.7 °	9.7 °

**Abbildung 8:** Aircraft-geometry-Limiten (Kopie aus dem FCOM)

Ident.: NO-050-00005481.0005001 / 26 MAR 08  
 Criteria: 321-200, 321-100  
 Applicable to: ALL 321

Tail strike pitch attitude	
L/G compressed	L/G extended
9.7 °	11.2 °

**TAIL STRIKE AVOIDANCE**

Ident.: NO-050-00005482.0001001 / 26 MAR 08  
 Applicable to: ALL

**INTRODUCTION**

If tailstrike it is not a concern for the A318, the importance of this subject increases as fuselage length increases. Therefore, it is particularly important for A321 operators.

**Abbildung 9:** Hinweise zum Vermeiden von *tailstrikes* (Kopie aus dem FCTM); L/G bedeutet dabei *landing gear*, dt. Fahrwerk

Für einen Durchstart nach erfolgreichem Aufsetzen auf der Piste findet sich im FCTM zusätzlich folgender Hinweis:

REJECTED LANDING
Ident.: NO-180-00005598.0001001 / 24 APR 08 Applicable to: ALL

A rejected landing is defined as a go-around manoeuvre initiated below the minima. Once the decision is made to reject the landing, the flight crew must be committed to proceed with the go-around manoeuvre and not be tempted to retard the thrust levers in a late decision to complete the landing. TOGA thrust must be applied but a delayed flap retraction should be considered. If the aircraft is on the runway when thrust is applied, a CONFIG warning will be generated if the flaps are in conf full. The landing gear should be retracted when a positive climb is established with no risk of further touch down. Climb out as for a standard go-around. In any case, if reverse thrust has been applied, a full stop landing must be completed.

**Abbildung 10:** Hinweise zu einem Landeabbruch (Kopie aus dem FCTM)

#### 1.17.1.5 Verfahrensvorgaben für den Fall eines tailstrike

Ist sich die Flugbesatzung nach einem Start oder Durchstart eines *tailstrike* bewusst, hat sie gemäss FCTM folgende Anweisung zu befolgen [Hervorhebung im Original]:

##### **„ACTION IN CASE OF TAILSTRIKE**

*If a tailstrike occurs at takeoff, flight at attitude requiring a pressurized cabin must be avoided and a return to the originating airport should be performed for damage assessment.”*

Diese Anweisung wird mittels eines publizierten Verfahrens im FCOM wie folgt präzisiert:

TAILSTRIKE
Applicable to: ALL
In the event of a tailstrike, apply the following procedure:
<b>LAND ASAP</b>
MAX FL..... 100 or MSA <i>500 ft/min should be targeted for the climb, to minimize pressure changes, and for passenger and crew comfort. Similarly, the rate of descent must be limited to about 1 000 ft/min, except for the final approach that must be performed normally. Notify the ATC of the aircraft's rate of climb.</i>
RAM AIR..... ON
PACK 1 and 2..... OFF

**Abbildung 11:** Verfahren nach einem *tailstrike* (Kopie aus dem FCOM); die gleichen Angaben finden sich auch im QRH.

#### 1.17.1.6 Flugtraining

Gemäss Angaben des Flugbetriebsunternehmens werden in der Ausbildung sowohl im Simulator als auch im Flugtraining (*base flight training*) „low go-arounds“ geübt. Im Flugtraining, das mindestens 12 Landungen umfasst, werden auch für einen „touch and go“ die *ground spoilers* armiert, damit das „aktive“ Landen des Bugfahrwerks geübt werden kann.

Das Flugbetriebsunternehmen hält zudem fest, dass es bei den „*low go-around*“-Übungen zu Bodenkontakt mit dem Hauptfahrwerk kommen könne, dass aber die *ground spoilers* in diesen Fällen nicht ausfahren, da bereits vor dem Bodenkontakt TOGA *power* gesetzt werde. Spezielle Übungen, bei denen erst nach Bodenkontakt und mit ausgefahrenen *ground spoilers* ein *go-around* eingeleitet wird, sind nicht vorgesehen.

#### 1.17.1.7 Definition einer harten Landung

Gemäss Aussage der Copilotin empfand sie, im Gegensatz zum Kommandanten, die Landung als ungewöhnlich hart und hatte das Gefühl, dass das Flugzeug für einen kurzen Moment wieder abhob, was auch der Grund dafür war, dass sie einen Durchstart einleitete. Die detaillierte Auswertung des Flugdatenschreibers zeigt, dass die maximale vertikale Beschleunigung 1.4 g betrug und die *radio altitude rate* 3 ft/sec (vgl. Anlage 1 und 2). Diese Werte liegen weit unter der Grenze, ab der man von einer harten Landung spricht.

Eine „harte Landung“ wird gemäss FCOM wie folgt definiert:

<b>HARD / OVERWEIGHT LANDING REPORT</b>
Ident.: PRO-SUP-80-90000868,9001185 / 29 MAR 12 Applicable to: ALL
<p>A “LAND REPORT” is implemented in the ADAS system. This report stores the parameters of the last 10 landings and can be consulted if a hard landing is suspected, but no automatic LOAD REPORT has been generated.</p> <p>The LAND REPORT is accessed as follows: MCDU MENU &gt; AIDS &gt; STORED REPORTS&gt; 39: LAND REPORT.</p> <p>If a hard landing occurs, an automatic printout will be generated. This gives an objective statement of the respective situation. The triggers have been fixed to the following values:</p> <p><b><u>HARD LANDING</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertical acceleration of more than 2.6 g. OR</li> <li>- Corrected radio altitude rate of more than 10 ft/sec.</li> </ul> <p><b><u>OVERWEIGHT LANDING</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertical acceleration of more than 1.7 g. OR</li> <li>- Corrected radio altitude rate of more than 6 ft/sec.</li> </ul>

**Abbildung 12:** Angaben zu einer „harten Landung“ (Kopie aus dem FCOM)

## 1.18 Zusätzliche Angaben

### 1.18.1 Tailstrike-Problematik

Die Problematik „*tailstrike*“ ist sowohl dem Flugzeughersteller als auch den Flugbetriebsunternehmen bekannt. Um das Risiko eines *tailstrike* zu minimieren, hat einerseits der Flugzeughersteller ein Software-Update im Flugsteuerungscomputer zur Verfügung gestellt und andererseits haben verschiedene Flugbetriebsunternehmen ein entsprechendes Verfahren publiziert. Das eine schliesst das andere nicht aus.

#### 1.18.1.1 Massnahmen des Flugzeugherstellers

Um einen zu grossen Lagewinkel bei der Landung und den daraus möglicherweise resultierenden *tailstrike* zu verhindern, hat der Hersteller im Jahr 2008 die Regeln des *flare mode* des ELAC modifiziert und ein Software-Update für diesen Flugsteuerungscomputer veröffentlicht. Es handelt sich dabei um den je nach Hardware abhängigen Software-Standard L84 oder L93. Eine entsprechende Beschreibung wurde im „*The Airbus Safety Magazine*“, Ausgabe #6 vom Juli 2008, publiziert.



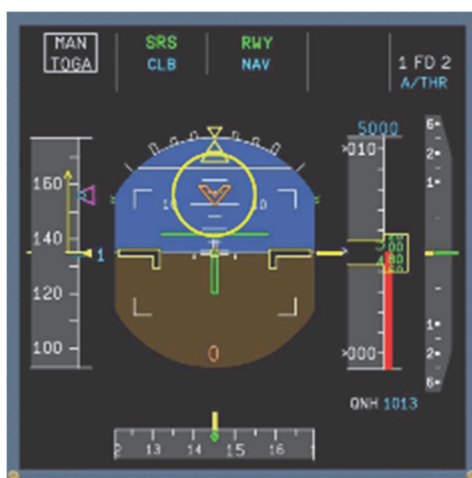
Die zusätzlichen Regeln dieser Software werden aktiviert, wenn die Störklappen (*ground spoilers*) ausgefahren sind. Sie limitieren den maximalen Lagewinkel (*pitch*) am Boden in Abhängigkeit der Geschwindigkeit der Änderung des Lagewinkels (*pitch rate change*). Wie aus der Abbildung 13 ersichtlich, ist beim Airbus A321 bei einem *pitch rate change* von  $<3^\circ/\text{s}$  der maximale *pitch*  $7^\circ$  und bei einem *pitch rate change* von  $>3^\circ/\text{s}$  ist der *pitch* bei  $4^\circ$  limitiert. Im vorliegend untersuchten schweren Vorfall betrug der maximale *pitch rate change* mit ausgefahrenen *ground spoilers*  $4.2^\circ/\text{sec}$ , also  $>3^\circ/\text{sec}$  (vgl. Anlage 1).

Pitch rate change		
	$<3^\circ/\text{s}$	$>3^\circ/\text{s}$
A320	$9^\circ$	$6^\circ$
A321	$7^\circ$	$4^\circ$

This limitation is triggered by the ground spoiler extension, thus ensuring that it will be active only during landing. It is therefore deactivated during the take off and go-around phases.

**Abbildung 13:** Kopie aus *Safety First – The Airbus Safety Magazine, Issue #6, July 2008, A320 / Prevention of tailstrikes*, Seite 20

Im Zusammenhang mit diesem Software-Update wurden zwei weitere Modifikationen entwickelt, die das Bewusstsein der Piloten bezüglich eines bevorstehenden *tailstrike* erhöhen sollten. Dies ist einerseits eine Darstellung des maximalen Lagewinkels (*pitch limit indicator*) auf dem PFD und andererseits eine akustische Warnung „*pitch, pitch*“. Der *pitch limit indicator* wird bei der Landung angezeigt, wenn sich das Flugzeug unter 400 ft AGL befindet und sich die Leistungshebel unterhalb der Stellung FLX/MCT<sup>14</sup> befinden. Die akustische Warnung „*pitch, pitch*“ ist ab einem bestimmten Schwellenwert aktiv, wenn sich die Leistungshebel nicht in der Stellung TOGA befinden.



*pitch limit indicator* (im gelben Kreis)

**Abbildung 14:** PFD mit generischer Darstellung des *pitch limit indicator* (Kopie aus den *Airbus Flight Operations Briefing Notes, Landing Techniques, Preventing Tailstrikes at Landing*)

Das Flugbetriebsunternehmen hatte zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls auf ihren Airbus A321 die Software-Standards L82 und EIS1 V60 installiert, welche die oben beschriebenen Modifikationen nicht beinhalten.

<sup>14</sup> MCT steht für *maximum continuous thrust*. Das ist die höchstmögliche Triebwerkeleistung, bei der das Triebwerk kontinuierlich ohne Zeitlimite betrieben werden kann.

### 1.18.1.2 Massnahmen verschiedener Flugbetriebsunternehmen

Verschiedene Flugbetriebsunternehmen haben ein Verfahren publiziert, das helfen soll, beim Abbruch eines Landevorgangs einen *tailstrike* zu verhindern.

So hat z. B. ein Flugbetriebsunternehmen, welches das Flugzeugmuster A320 betreibt, das Verfahren unter dem Titel „*Rejected Landing/TOGA 10*“ wie folgt publiziert [Fettdruck im Original]:

„*For a late Go-around when ground contact is possible, or in case of a high bounce, PF must routinely:*

- *Apply TOGA*
- *Pitch up initially to 10 degrees*
- *Announce „TOGA 10“*

***Note: No flap retraction is made when 'TOGA 10' is announced by PF.***

*When the aircraft is safely clear of the ground with no risk of contact:*

- *PF will announce „GO-AROUND – FLAPS“.*
- *Proceed as for normal Go-around.*

***Note: Below 50 ft, due to Flight Control Law, TOGA power may provide a pitch up effect.***

Das Verfahren hält 10 Grad *pitch* als Zielgrösse fest, weil beim Flugzeugmuster A320 der *pitch*, bei der mit eingefedertem (*compressed*) Hauptfahrwerk das Heck Bodenkontakt hat, bei 11.7 Grad liegt (vgl. Abbildung 8 und 9, Kapitel 1.17.4).

In Analogie zu diesem Verfahren hat ein weiteres Flugbetriebsunternehmen, welches das Flugzeugmuster A321 betreibt, für den gleichen Fall ein „TOGA 7“-Verfahren eingeführt. Das Verfahren ist identisch mit obigem „TOGA 10“-Verfahren, berücksichtigt mit der Anweisung „*pitch up initially to 7 degrees*“ jedoch, dass beim Flugzeugmuster A321 der *pitch*, bei der mit eingefedertem (*compressed*) Hauptfahrwerk das Heck Bodenkontakt hat, bei 9.7 Grad liegt (vgl. Abbildung 8 und 9, Kapitel 1.17.4).

## 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 verursachen oder beeinflussen können.

Das im Kapitel 1.18.1.1 angesprochen Software-Update, das gemäss Flugzeughersteller einen *tailstrike* bei der Landung verhindern sollte, war auf dem Flugzeug HB-IOC nicht vorgenommen worden. Ob dieses Software-Update mit den beiden Modifikationen einen *tailstrike* im vorliegend untersuchten Fall gerade noch hätte verhindern können oder zumindest die Aufmerksamkeit der Flugbesatzung erhöht hätte, kann nicht gesagt werden, denn es wurde, wie im "The Airbus Safety Magazine" beschrieben, explizit nur dazu entwickelt, nach dem Aufsetzen und dem Ausfahren der *ground spoilers* einen zu hohen *pitch* zu verhindern. Zudem können, bedingt durch die Aufzeichnungen der verschiedenen Parameter in unterschiedlichen Zeitabständen und zu unterschiedlichen Zeitpunkten (vgl. Kapitel 1.11.1), keine eindeutigen Aussagen zu einigen Vorgängen gemacht werden, die innerhalb einer Zeitspanne von weniger als einer Sekunde stattfinden.

Zu einem ähnlichen Ergebnis gelangt der Flugzeughersteller noch aus einem anderen Grund. Aufgrund einer Auswertung der aufgezeichneten Daten und einer entsprechenden Simulation kommt er zum Schluss, dass die ELAC-Modifikation die durch die bruske Bewegung des *sidestick* hervorgerufene, signifikante Lagewinkelveränderung (*pitch rate*) reduziert und damit das Risiko eines *tailstrike* verringert hätte. Da jedoch die Pilotenreaktion auf eine solche Reduktion nicht vorausgesagt werden könne und die Hypothese, dass der *sidestick* nach dem brusken und eher reflexartigen Zurückziehen über eine längere Zeit zurückgezogen gehalten worden wäre, eher unwahrscheinlich scheine, sei es nicht sicher, ob die ELAC-Modifikation den *tailstrike* verhindert hätte.

### 2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

#### 2.2.1 Flugbesatzung

Gemäss den Gesprächsaufzeichnungen im Cockpit hat die Copilotin in ihrem *approach briefing*, auch wenn sie durch äussere Umstände öfter unterbrochen wurde, alle entscheidenden Punkte angesprochen. Sie hatte sich entschieden, den Anflug ohne *autothrust* durchzuführen. Auch wenn das FCOM, im Gegensatz zum OM-A, dies explizit zulässt (vgl. Kapitel 1.17.2 und 1.17.3), erfordert ein solcher Anflug zusätzliche Kapazität. Die Aufzeichnungen zeigen bezüglich Geschwindigkeit, *localizer* und *glidepath tracking* einen stabilen Anflug.

Die Landefreigabe wurde relativ spät erteilt. Die Gesprächsaufzeichnungen lassen den Schluss zu, dass dadurch eine gewisse Spannung in der Besatzung aufkam und der Fokus auf das vor ihnen fliegende Flugzeug respektive auf dessen Verlassen der Piste gerichtet wurde. Als dann 500 ft über Grund die Landefreigabe erteilt wurde, liess diese Spannung merklich nach. Es gibt keine Anzeichen, dass der Zeitpunkt der Landefreigabe einen Einfluss auf die nachfolgende Landung hatte.

Es ist naheliegend, dass die von der Copilotin als hart empfundene Landung der Auslöser für den schweren Vorfall war. Wie sie selbst sagte, hatte sie noch nie eine harte Landung erlebt. Es kann deshalb auf ihre geringe Erfahrung auf dem Flugzeugmuster Airbus zurückzuführen sein, dass sie die Landung mit einer maximalen vertikalen Beschleunigung von 1.4 g als *bounced landing* beurteilte und erschrak. Ihr Entscheid für einen Durchstart ist deshalb nachvollziehbar.

Wie sie selbst sagte, hatte sie aus dem Schreck heraus angefangen, den *sidestick* nach hinten zu ziehen. Die Aufzeichnungen zeigen ein bruskes Ziehen bis zum

hinteren Anschlag. Da in dieser Phase das Höhenruder direkt angesteuert ist, erfolgt der Steuerflächenausschlag proportional zur Steuerknüppelbewegung (vgl. Kapitel 1.6.2.1). Das bruske Ziehen am Steuerknüppel erfolgte, als die *ground spoilers* schon ausgefahren und die *thrust levers* noch nicht in der TOGA-Position waren. Das Flugzeug war in dieser Konfiguration noch nicht flugfähig, so dass der *sidestick* im hinteren Anschlag zum *tailstrike* führte. Wird nach dem Aufsetzen oder in Bodennähe ein Durchstart eingeleitet, ist die Überwachung des Lagewinkels von entscheidender Bedeutung. Im vorliegenden Fall wurde der *pitch* beim Einleiten des *go-around* unkontrolliert vergrößert, was von der Copilotin nicht wahrgenommen wurde.

Die bruske *sidestick*-Bewegung konnte vom Kommandanten als PM nicht unmittelbar wahrgenommen werden, weil sich auf dem Flugzeugmuster Airbus die beiden *sidesticks* unabhängig voneinander bewegen. Das Fehlen eines taktilen Feedbacks erschwerte es dem PM, zeitgerecht die bruske *sidestick*-Bewegung zu erkennen und einzugreifen. In einer Phase, in der diverse visuelle Angaben überprüft werden müssen, war für den PM einzig der zu hohe Lagewinkel als verzögerte Auswirkung der brusken *sidestick*-Bewegung erkennbar. Dieser hohe Lagewinkel wurde von der Flugbesatzung nicht wahrgenommen.

Der auf den „*go-around*“ folgende Befehl „*thrust, flaps one step*“ erfolgte praktisch zeitgleich mit dem Abheben des Flugzeuges. Er entsprach damit dem normalen *go-around procedure*, jedoch nicht der im FCOM publizierten Anweisung „*in the case of bounce, the flight crew must consider delaying flap retraction*“ (vgl. Kapitel 1.17.4). Der Kommandant als PM setzte die Klappen auf Grund dieses Befehls fälschlicherweise in Position 2 statt in Position 3, was im vorliegenden Fall keine Konsequenzen hatte.

Die Gesprächsaufzeichnungen zeigen, dass der Kommandant nach dem Durchstart mit seiner ruhigen Art dazu beitrug, eine gute Ausgangslage für den erneuten Anflug zu schaffen. Obwohl er selbst die Landung nicht als hart empfand und durch den *go-around*-Entscheid überrascht wurde, trug er diesen mit, was den Vorgaben des Flugbetriebsunternehmens entsprach.

Die Frage des FVL, ob das Heck des Flugzeuges beim Durchstart die Piste berührt habe, führte zu einer Diskussion im Cockpit. Da die Besatzung nicht sicher war, kontaktierte sie das Kabinenbesatzungsmitglied in der hinteren Bordküche. Dieses sprach von einem „Knall“ und führte diesen auf das Bewegen eines *trolley* zurück. Die weitere Diskussion zeigte bezüglich *tailstrike* eine gewisse Unsicherheit. Die Anwendung des für einen solchen Fall im QRH publizierten Verfahrens wurde nicht in Erwägung gezogen, was im vorliegenden Fall allerdings keine Konsequenzen hatte.

### 2.2.2 Flugbetriebsunternehmen

Die den Besatzungen vom Flugbetriebsunternehmen zur Verfügung gestellten Verfahrensvorgaben in den Handbüchern OM-A, FCOM und FCTM sind umfassend und entsprechen denjenigen des Flugzeugherstellers. Die *tailstrike*-Problematik wird darin ausgiebig angesprochen.

Sowohl im Simulator- als auch im Flugtraining werden Durchstarts mit möglichem Bodenkontakt (*low go-around*) geübt. Dabei wird im Falle eines Bodenkontakts nicht auf das Ausfahren der *ground spoilers* gewartet. Hingegen wird ein bewusstes Lagefliegen (*pitch*) beim Durchstart und damit auch das Vermeiden von *tailstrikes* trainiert.

### 2.2.3 Flugverkehrsleitung

Der *Ground Movement Manager* (GMMA) teilte dem FVL *Ground Control* mit, dass ein *tailstrike* beobachtet worden sei. Der FVL *Ground Control* veranlasste in der Folge eine Pistenkontrolle. Dieses Verhalten war sicherheitsbewusst und vorausschauend.

Die Information über den *tailstrike* wurde nach Angabe des Dienstleiters auch an den Flugverkehrsleiter weitergeleitet, der mit der Flugbesatzung der HB-IOC in Kontakt stand. In der Folge wurde diese aber nicht über die Beobachtung am Boden informiert, sondern es wurde ihr stattdessen die Frage gestellt, ob das Flugzeug einen *tailstrike* erlitten habe. Da die Berührung des Hecks während des Durchstarts im Flugzeug als solche nicht wahrgenommen worden war, verneinte die Flugbesatzung der HB-IOC diese Frage. Die Art der Kommunikation zwischen Flugsicherung und Flugbesatzung erwies sich damit als wenig hilfreich, da das wesentliche Element – die Beobachtung von aussen – durch eine Frage ersetzt wurde. Dies hat dazu beigetragen, dass die Flugbesatzung nicht von einer Heckberührung ausging.

### 3 Schlussfolgerungen

#### 3.1 Befunde

##### 3.1.1 Technische Aspekte

- Das Flugzeug war zum Verkehr nach VFR/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 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 schweren Vorfalls vor.

##### 3.1.3 Flugverlauf

- Nach einem ereignislosen Steig- und Reiseflug begann die Copilotin um 12:36:08 UTC mit dem *approach briefing*. Sie erwähnte dabei den Flugzeugtyp und dass sie den Anflug ohne Autopilot und ohne *autothrust* durchführen werde.
- Das Flugzeug war auf dem Leitstrahl des Landekursenders (*localizer*) und auf dem Gleitweg (*glidepath*) ausgerichtet (*established*), als die Copilotin um 12:55:14 UTC den Autopiloten und wenige Sekunden später die automatische Schubregelung ausschaltete.
- Um 12:57:07 UTC erhielt die Flugbesatzung die Landefreigabe. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt auf einer Höhe von 1900 ft QNH, also noch 500 ft über Grund.
- Um 12:57:49 UTC setzte das Flugzeug mit einer maximalen vertikalen Beschleunigung von 1.4 g auf der Piste auf. Die Copilotin empfand das Aufsetzen als ungewöhnlich hart und hatte das Gefühl, dass das Flugzeug für einen kurzen Moment wieder abhob.
- Die *ground spoilers* waren ausgefahren, als die Copilotin um 12:57:52 UTC ihren *sidestick* brüsk bis zum hinteren Anschlag zog. Eine knappe Sekunde später erfolgte ihr Befehl „*go-around*“ und kurz darauf erreichten beide Leistungshebel die Stellung TOGA, während das Heck des Flugzeuges die Piste touchierte.
- Um 12:57:55 UTC hob das Flugzeug wieder ab und gleichzeitig erfolgte der Befehl der Copilotin „*thrust, flaps one step*“. In der Folge orientierte die Besatzung die Flugverkehrsleitung über den Durchstart.
- Der *tailstrike* wurde von einem Mitarbeiter von *Apron Control* beobachtet und an Skyguide weitergemeldet. Diese informierte die Flugbesatzung aber nicht konkret über diese Beobachtung.
- Die Flugbesatzung vergewisserte sich diesbezüglich zusätzlich beim Kabinenbesatzungsmitglied in der hinteren Bordküche. Dieses teilte mit, dass es wohl einen Knall gegeben hätte, führte diesen aber auf eine Bewegung eines Wagens (*trolley*) in der Bordküche zurück.
- Der folgende Anflug verlief ereignislos und das Flugzeug setzte um 13:16:40 UTC auf der Piste 05 auf.

- Nach einem Frequenzwechsel zum FVL *Ground* teilte dieser der Besatzung während des Rollens zum Standplatz um 13:20:38 UTC mit, dass beobachtet worden sei, dass das Flugzeug beim Durchstart mit dem Heck Bodenkontakt gehabt habe.

#### 3.1.4 Rahmenbedingungen

- Die Landefreigabe erfolgte relativ spät. Das Flugzeug befand sich dabei auf einer Höhe von 500 ft über Grund.
- Software-Modifikationen am Flugsteuerungscomputer, die das Risiko von *tail-strikes* minimieren, waren auf dem Flugzeug HB-IOC nicht ausgeführt worden.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den schweren Vorfall.

### 3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass das Heck des Verkehrsflugzeuges die Piste berührte, weil die fliegende Pilotin beim Einleiten eines Durchstarts nach dem Aufsetzen den *sidestick* bruski bis zum hinteren Anschlag zog.

Folgende Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Aufgrund ihrer geringen Erfahrung schätzte die fliegende Pilotin die Landung als *bounced landing* ein.
- Da die beiden *sidesticks* nicht miteinander gekoppelt sind, fehlte dem überwachenden Piloten ein taktiles Feedback, was ihm das zeitgerechte Erkennen der brusken *sidestick*-Bewegung erschwerte.
- Die Besatzung nahm den zu hohen Lagewinkel nicht wahr.

Die Untersuchung hat folgenden Faktor ermittelt, der die Entstehung und den Verlauf des schweren Vorfalls zwar nicht beeinflusst hat, der aber dennoch ein Sicherheitsrisiko (*factor to risk*) darstellt:

- Die Flugsicherung informierte die Besatzung nicht konkret darüber, dass der *tailstrike* während des Durchstarts beobachtet worden war.

#### 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

In einem Schreiben vom 2. Oktober 2015 teilt das Flugbetriebsunternehmen mit, dass auf Grund des schweren Vorfalls im Simulator-Training, das als Vorbereitung für das *base flight training* dient, eine Übung eingebaut wurde, bei der mit dem Fluglehrer eine bis zwei „*balked landings*“ mit möglichem *touchdown* geflogen werden. Bei diesen Übungen werde aber nicht ausdrücklich auf die *ground spoiler extension* gewartet.

In einem weiteren Schreiben vom 26. August 2016 teilt das Flugbetriebsunternehmen Folgendes mit: „*Im Weiteren wurde seit dem schweren Vorfall der Base Flight Training Guide spezifisch mit dem Thema "Balked Landing" ergänzt sowie das "Balked Landing Training" auf der Airbusflotte in verschiedene Trainingsgefässe integriert: So wird es periodisch sowohl im Recurrent Training als auch in verschiedenen Übungen während der A32X-A330 und A330-A340 Umschulungskurse (Cross Crew Qualification / CCQ) im Simulator trainiert.*“

Payerne, 20. Dezember 2016

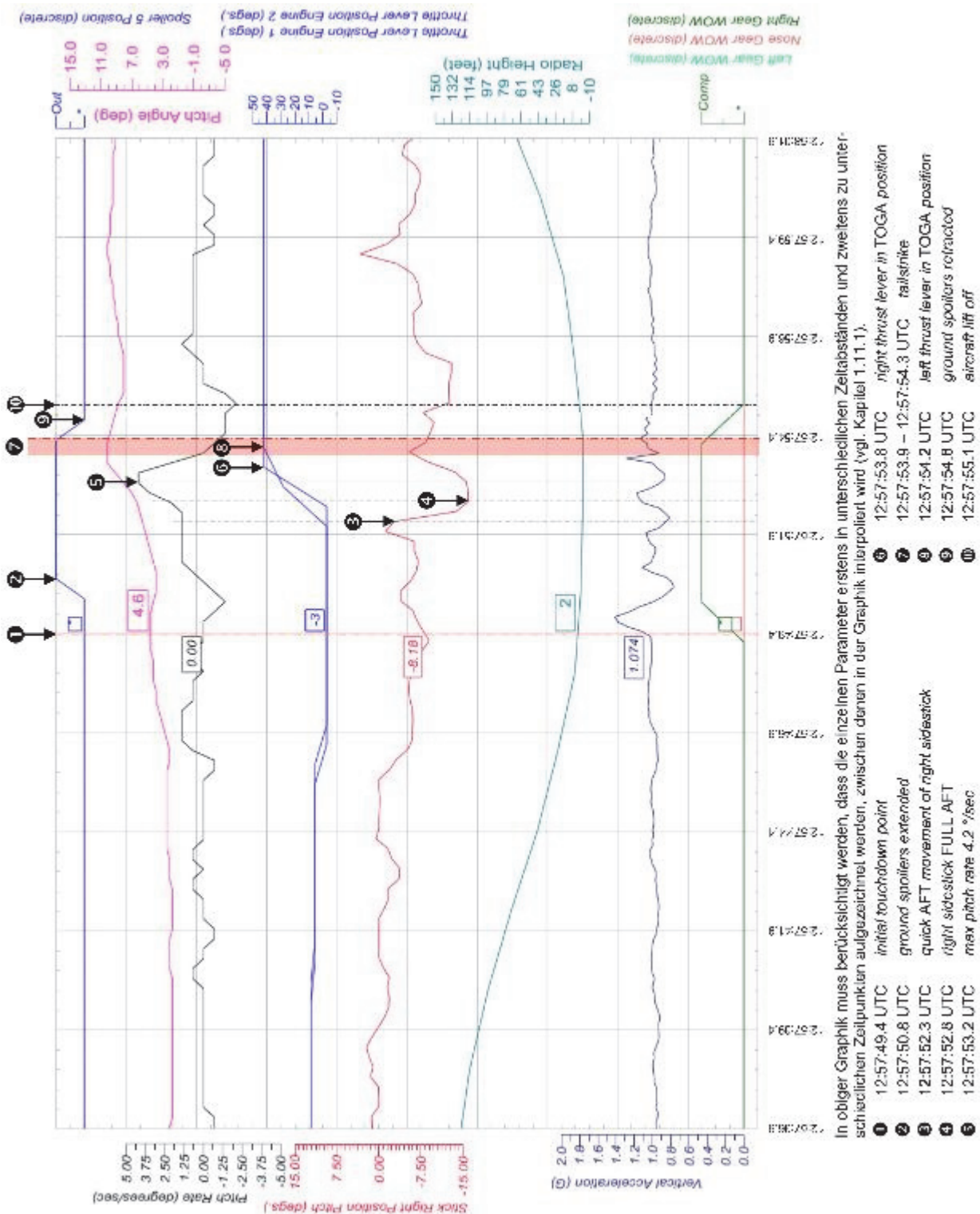
Untersuchungsdienst der SUST

*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. Dezember 2016*

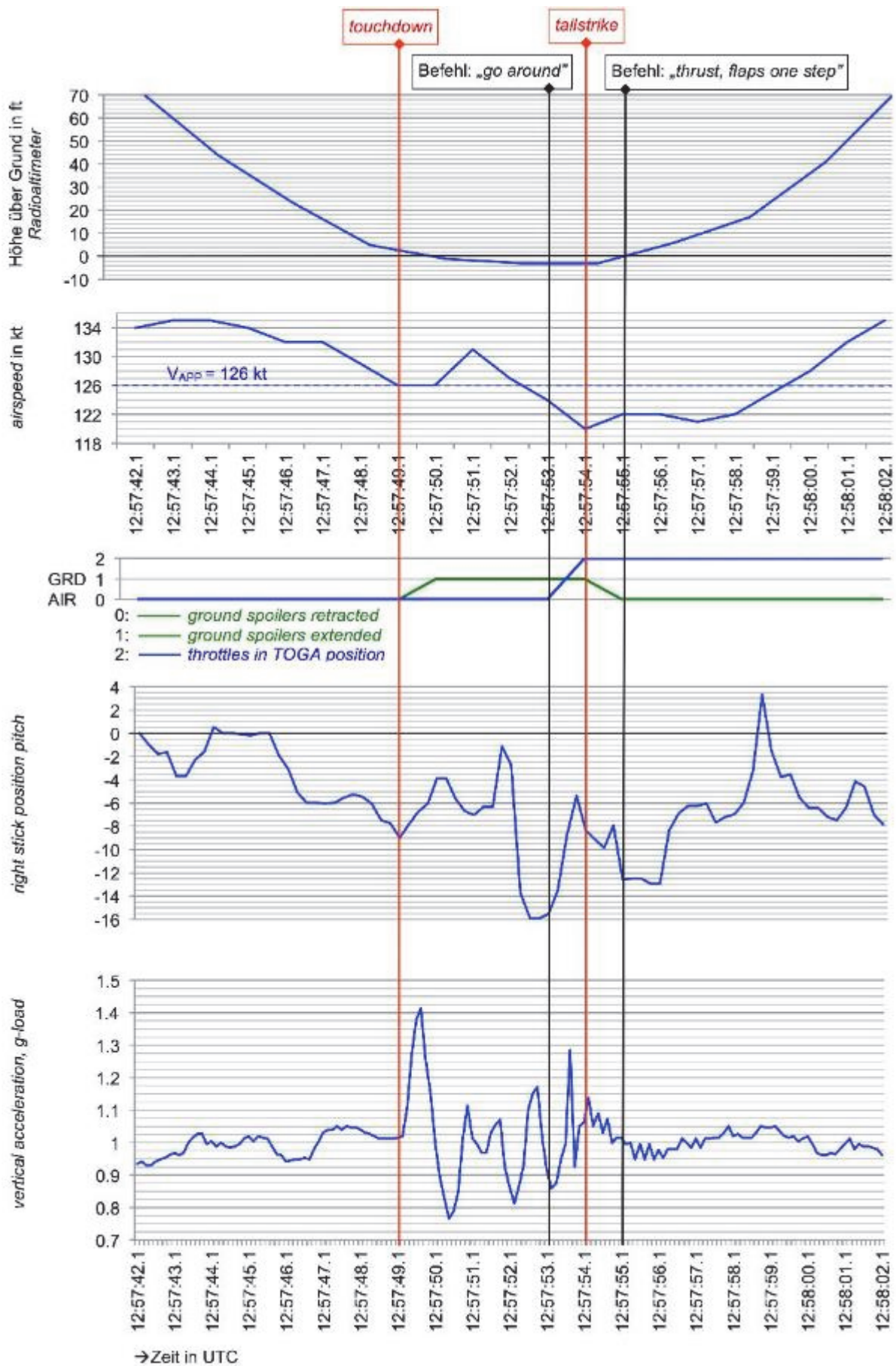
# Anlagen

## Anlage 1: Chronologie des schweren Vorfalls



In obiger Graphik muss berücksichtigt werden, dass die einzelnen Parameter erstens in unterschiedlichen Zeitabständen und zweitens zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgezeichnet werden, zwischen denen in der Graphik interpoliert wird (vgl. Kapitel 1.11.1).

Anlage 2: Lande- und Durchstartphase





Anlage 3: Schaden am Luftfahrzeug



**Anlage 4**

Gemäss Artikel 6.3 des Anhangs 13 zum Abkommen über die internationale Zivilluffahrt vom 7. Dezember 1944 veröffentlicht die SUST nachfolgende abweichende Position eines an der Untersuchung beteiligten Staates ohne diese weiter zu kommentieren.

Ministère  
de l'Écologie,  
du Développement  
durable,  
des Transports  
et du Logement



Le Bourget, le 24 janvier 2017

**BEA**  
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses  
pour la sécurité de l'aviation civile

**SESE**  
**Aéropôle 1,**  
**1530 Payerne**  
**Confédération Suisse**

[info@sust.admin.ch](mailto:info@sust.admin.ch)

N/Réf : 002538/BEA/INV

Objet : rapport final du SESE concernant l'accident grave survenu à l'Airbus immatriculé HB-IOC survenu le 9 mars 2014 à Genève.

Copie : Airbus

Madame, Monsieur,

Le SESE a rendu public le rapport mentionné en objet. Au cours de la consultation sur le projet de rapport, en août 2016, le BEA avait émis deux commentaires principaux en demandant d'être tenu informé de leur prise en compte afin de pouvoir demander l'annexion d'une observation en cas de désaccord de votre part (courrier 002085/BEA/INV). Ces commentaires contestaient le caractère contributif des mini-manches non conjugués à l'incident.

A la lecture du rapport final, il s'avère que ces commentaires n'ont pas été pris en compte. Je regrette que ce désaccord n'ait pas été exprimé et discuté avant la sortie publique de ce rapport.

En conséquence, conformément au paragraphe 6.3 de l'Annexe 13 de l'OACI, je vous demande de bien vouloir annexer au rapport final l'observation jointe à ce courrier.

Je vous remercie de bien vouloir mettre à jour votre site internet et de prévoir un complément aux éditions papier du rapport afin que notre observation ait la même visibilité.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes meilleures salutations.

Yann Pouliquen

Représentant Accrédité, enquêteur de sécurité.

Zone Sud – Bâtiment 153  
200 rue de Paris  
Aéroport du Bourget  
93352 Le Bourget Cedex  
France  
Tél. : +33 1 49 92 72 00  
Fax : +33 1 49 92 72 03  
[www.bea.aero](http://www.bea.aero)



**Observations du BEA sur le rapport final du SESE relatif à l'incident grave de l'Airbus A321-111, immatriculé HB-IOC, survenu le 9 mars 2014 à Genève.**

Conformément aux dispositions de l'Annexe 13 de l'OACI, en sa qualité de représentant accrédité de l'Etat de Conception pour cette enquête du SESE, et au terme de la consultation sur le projet de rapport, le BEA exprime la réserve suivante :

Le rapport final identifie la non conjugaison des mini-manches comme un facteur contributif à l'incident dans son paragraphe 3.2 Causes : *« Les éléments suivants ont contribué à l'incident grave : [...] En raison de l'absence de feedback tactile dû au fait que les deux mini-manches ne sont pas synchronisés, le PM n'a pas pu identifier à temps le brusque mouvement du minimanche. [...] »*.

Ce lien de contribution est soutenu par les arguments développés dans le paragraphe 2.2.1 Equipage de conduite : *«[...] Le commandant de bord qui agissait alors en qualité de PM n'a pas perçu immédiatement le mouvement brusque du mini-manche, étant donné que sur un Airbus les deux mini-manches peuvent être actionnés de manière indépendante. En raison de l'absence de feedback tactile, le PM n'a pas pu identifier à temps le mouvement du mini-manche et intervenir en conséquence. Dans une phase au cours de laquelle plusieurs indications visuelles doivent être contrôlées, le PM a uniquement été en mesure de constater que l'assiette longitudinale de l'avion était trop élevée suite au mouvement brusque du mini-manche. Cette assiette longitudinale trop élevée a été ignorée par l'équipage. [...]»*

Le BEA ne conteste pas qu'un ordre brusque du PF sur son mini-manche soit difficilement détectable par le PM. En revanche le BEA souhaite nuancer le raisonnement attribuant un caractère contributif à cette caractéristique ergonomique. En effet :

En principe, une assiette excessive, dans le cas présent à l'origine du toucher de queue, se déduit essentiellement de l'observation de l'horizon par rapport au pare-brise de l'avion et non de la raison qui l'engendre. En d'autres termes, le PM n'a pas besoin de savoir pourquoi l'assiette est excessive, il doit intervenir par une annonce, dès qu'il détecte que le nez est trop haut. C'est sur la difficulté d'appliquer ce principe que devrait porter la réflexion. Le rapport contient peu d'informations sur l'activité cognitive du PM pour cela.

Le PM n'a pas réagi à cette prise d'assiette excessive. La description du déroulement du vol, incluant les éléments de témoignage de l'équipage, ne fait d'ailleurs pas mention d'une détection de cet excès par le PM, alors que ce fait est utilisé dans le paragraphe d'analyse cité ci-dessus<sup>1</sup>. Le caractère très soudain du phénomène et le fait qu'il n'avait pas de raison d'anticiper une réaction réflexe, brève et excessive du PF (puisqu'il n'a pas jugé, par son expérience, que l'atterrissage était anormal et que le PF n'avait pas encore annoncé « go around »), lui permettait difficilement de détecter et de verbaliser immédiatement l'annonce « Pitch » ou bien d'agir sur son propre mini-manche en prenant la priorité sur les commandes. Il est également

<sup>1</sup> Voir la phrase "[...] le PM a uniquement été en mesure de constater que l'assiette longitudinale de l'avion était trop élevée suite au mouvement brusque du mini-manche."





possible que dans ce bref délai, son jugement sur l'assiette de l'avion n'ait pas été totalement fiable puisqu'il devait en plus à ce moment, vérifier et annoncer la sortie des spoilers, vérifier la tenue de l'axe, la sélection des inverseurs de poussée et la décélération, actions qui font aller son regard entre les instruments et l'extérieur.

Ainsi, compte-tenu du caractère dynamique de cette situation, de l'attention requise de la part du PM sur les autres paramètres mentionnés et d'une phase de vol souvent caractérisée par une activité au manche significative avec parfois des amplitudes importantes, il est difficile d'affirmer que la présence de manches conjugués aurait permis d'éviter le toucher de queue.

Le rapport suggère que la présence de manches conjugués aurait permis de donner un préavis supplémentaire au PM, puisque la cause précède les effets d'environ une seconde dans cet événement. Il faut noter que ce préavis n'est pas nécessairement basé sur une information tactile, puisque le PM a rarement les mains sur les commandes, mais surtout visuelle, à condition que ces mouvements soient détectés et jugés excessifs, alors que la vue et le jugement sont déjà très sollicités dans cette phase de vol, comme précédemment expliqué.

Ainsi, l'hypothèse sous-entendue dans l'analyse du rapport sur le HB-IOC concernant l'utilité du préavis lié aux commandes conjuguées s'avère complexe à utiliser, comme l'indiquent par exemple deux événements enquêtés par l'ATSB pour des avions à commandes classiques ayant subi des touchers de queue<sup>2</sup>, (ordre bref à cabrer de la part du PF conduisant à une assiette excessive sans intervention immédiate du PM).

Ainsi, il apparaît difficile de conclure de manière définitive sur la base d'un événement individuel, au caractère contributif ou non de l'absence de conjugaison des mini-manches.

Si le BEA reste mobilisé pour garantir l'utilisation du retour d'expérience concernant ce point de conception dans le cas des enquêtes auxquelles il participe, il ne peut néanmoins déduire de cet événement particulier un enseignement de sécurité démontré et donc indiscutable.

---

<sup>2</sup> Tail strikes during landing involving Bombardier DHC 8 402, VH-QOT and VH-QOS.  
[http://www.atsb.gov.au/publications/investigation\\_reports/2013/ao-2013-201/](http://www.atsb.gov.au/publications/investigation_reports/2013/ao-2013-201/)