



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

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

Bereich Aviatik

# **Schlussbericht Nr. 2256 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST**

über den schweren Vorfall des Luftfahr-  
zeuges Airbus A320-214, HB-IOP,

vom 6. Oktober 2014

auf dem Flughafen Basel-Mülhausen

## Causes

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

Facteurs ayant joué un rôle dans l'incident grave :

- procédures qui exigent l'exécution silencieuse de vérifications essentielles, ce qui signifie que le suivi mutuel en termes de *closed loop* est exclu ;
- la décision de décoller à partir d'une voie d'accès a été prise dans un bref délai ;
- une vérification des données introduites dans le système de gestion de vol lors du *line up* récemment mise en place est restée sans effet parce que l'équipage ne la connaissait pas.

## 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 Sommerzeit (MESZ) als Normalzeit (*local time* – LT). Die Beziehung zwischen LT, MESZ und UTC lautet:  
 $LT = MESZ = UTC + 2 \text{ h.}$

## 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 .....	9
1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalles .....	10
<b>1.2 Personenschäden</b> .....	<b>10</b>
<b>1.3 Schaden am Luftfahrzeug</b> .....	<b>10</b>
<b>1.4 Drittschaden</b> .....	<b>10</b>
<b>1.5 Angaben zu Personen</b> .....	<b>11</b>
1.5.1 Flugbesatzung .....	11
1.5.1.1 Kommandant .....	11
1.5.1.2 Copilot .....	11
<b>1.6 Angaben zum Luftfahrzeug</b> .....	<b>11</b>
1.6.1 Allgemeine Angaben .....	11
<b>1.7 Meteorologische Angaben</b> .....	<b>12</b>
1.7.1 Allgemeine Wetterlage .....	12
1.7.2 Astronomische Angaben .....	12
1.7.3 Flugplatzwettermeldung .....	12
1.7.4 ATIS-Meldung des Flughafens Basel-Mülhausen .....	12
<b>1.8 Navigationshilfen</b> .....	<b>13</b>
<b>1.9 Kommunikation</b> .....	<b>13</b>
<b>1.10 Angaben zum Flughafen</b> .....	<b>13</b>
1.10.1 Allgemeines .....	13
1.10.2 Pistenausrüstung .....	13
<b>1.11 Flugschreiber</b> .....	<b>14</b>
<b>1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle</b> .....	<b>14</b>
<b>1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen</b> .....	<b>14</b>
<b>1.14 Feuer</b> .....	<b>14</b>
<b>1.15 Überlebensaspekte</b> .....	<b>14</b>
<b>1.16 Versuche und Forschungsergebnisse</b> .....	<b>14</b>
<b>1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung</b> .....	<b>14</b>
1.17.1 Allgemeines .....	14
1.17.2 Für den schweren Vorfall relevante Verfahrensvorgaben .....	14
<b>1.18 Zusätzliche Angaben</b> .....	<b>20</b>
1.18.1 Berechnung der für den Start notwendigen Triebwerkleistung .....	20
1.18.2 Startstreckenberechnung .....	22
1.18.3 Verfahrensvorgaben verschiedener Flugbetriebsunternehmen .....	22
1.18.3.1 Allgemeines .....	22
1.18.3.2 Flugbetriebsunternehmen Nr. 1 .....	23

1.18.3.3	Flugbetriebsunternehmen Nr. 2.....	23
1.18.3.4	Flugbetriebsunternehmen Nr. 3.....	23
1.18.3.5	Flugbetriebsunternehmen Nr. 4.....	24
<b>1.19</b>	<b>Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken.....</b>	<b>24</b>
<b>2</b>	<b>Analyse .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1</b>	<b>Technische Aspekte.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2</b>	<b>Menschliche und betriebliche Aspekte .....</b>	<b>25</b>
2.2.1	Flugbesatzung .....	25
2.2.2	Flugbetriebsunternehmen.....	26
<b>3</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Befunde .....</b>	<b>28</b>
3.1.1	Technische Aspekte .....	28
3.1.2	Besatzung.....	28
3.1.3	Flugverlauf.....	28
3.1.4	Rahmenbedingungen .....	29
<b>3.2</b>	<b>Ursachen .....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Sicherheitsempfehlungen.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>Sicherheitshinweise .....</b>	<b>31</b>
4.2.1	Robuste Verfahren .....	31
4.2.1.1	Sicherheitsdefizit.....	31
4.2.1.2	Sicherheitshinweis Nr. 2 .....	31
<b>4.3</b>	<b>Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen .....</b>	<b>32</b>
<b>Anlagen</b>	<b>.....</b>	<b>34</b>
<b>Anlage 1: Chronologie des schweren Vorfalls.....</b>	<b>.....</b>	<b>34</b>

# Schlussbericht

## Zusammenfassung

Eigentümer	GY Aviation Lease 0905 Co. Ltd., George's Dock IFSC 3, 1 Dublin, Irland
Halter	Belair Airlines AG, Sägereistr. 27, CH-8152 Glattbrugg
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Luftfahrzeugmuster	A320-214
Eintragsstaat	Schweiz
Eintragszeichen	HB-IOP
Ort	Flughafen Basel-Mülhausen (LFSB), Frankreich
Datum und Zeit	6. Oktober 2014, 13:01 UTC

## Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 6. Oktober 2014 um 13:01 UTC. Die Meldung traf am 22. Oktober 2014 in. Die damalige Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle informierte die zuständige französische Behörde über den schweren Vorfall. Diese delegierte die Untersuchung des schweren Vorfalls an die Schweiz. Die Untersuchung wurde am 4. Dezember 2014 um 13:00 UTC durch die damalige Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle eröffnet. Frankreich ernannte einen bevollmächtigten Vertreter, der an der Untersuchung mitwirkte.

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

## Kurzdarstellung

Die Besatzung bereitete das Flugzeug Airbus A320-214, eingetragen als HB-IOP, für den Flug mit dem Flugplankennzeichen BHP 2532 von Basel (LFSB) nach Djerba (DTTJ), Tunesien, vor. Nach einer ersten Absicht, auf der Piste 33 zu starten, entschied sich die Besatzung aufgrund des herrschenden Verkehrs für einen Start auf der Piste 15 und berechnete die zu setzende Triebwerkleistung für den Start unter Benutzung der gesamten zur Verfügung stehenden Pistenlänge von 3900 m.

Während des Rollens zum Pistenanfang der Piste 15 entschied sich die Besatzung für einen Start ab der Rollwegabzweigung GOLF mit einer zur Verfügung stehenden Pistenlänge von 2370 m, um Zeit zu gewinnen. Ohne nach dem Rollen in die Startposition anzuhalten, erfolgte der Start mit der Triebwerkleistung, die für die ganze Pistenlänge berechnet worden war. Diese Triebwerkleistung genügte den Anforderungen nicht, um bei Erreichen der Entscheidungsgeschwindigkeit den Start bei einem Triebwerkausfall innerhalb der verbleibenden Pistenlänge fortsetzen bzw. abbrechen zu können.

Während der Endphase des Startlaufs bemerkte der Kommandant die zu geringe Triebwerkleistung, erhöhte diese auf die maximal mögliche und leitete durch Rotieren das Abheben des Flugzeuges ein. Der anschliessende Steigflug verlief ereignislos und der Flug konnte nach Djerba fortgesetzt werden. Es entstand kein Schaden.

## Ursachen

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

Folgende Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Verfahrensvorgaben, die eine stillschweigende (*silent*) Kontrolle essentieller Punkte verlangen und somit eine gegenseitige Überprüfung im Sinne des *closed loop* ausschliessen.
- Der Entscheid für einen *intersection takeoff* wurde kurzfristig getroffen.
- Eine neu eingeführte zusätzliche Überprüfung der in das Flugführungssystem eingegebenen Daten beim *line up* erwies sich als unwirksam, weil sie der Flugbesatzung nicht bekannt 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 Cockpitbesatzung, die Aufzeichnungen des *quick access recorder* sowie die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs verwendet. Während des gesamten Fluges war der Kommandant als fliegender Pilot (*pilot flying* – PF) und der Copilot als assistierender Pilot (*pilot not flying* – PNF) eingesetzt.

#### 1.1.2 Vorgeschichte

Die Besatzung bereitete sich auf dem Flugzeug Airbus A320-214, eingetragen als HB-IOP, auf den bevorstehenden Flug mit dem Flugplankennzeichen BHP 2532 vor. Sie ging dabei gemäss den Verfahrensvorgaben des Flugbetriebsunternehmens vor (vgl. Kapitel 1.17). An Bord des Flugzeuges befanden sich 138 Passagiere, zwei Piloten und vier Kabinenbesatzungsmitglieder.

Die Besatzung beabsichtigte bei den vorherrschenden Windbedingungen einen Start auf der Piste 33, um die Rollzeit zu verkürzen. Der Copilot berechnete auf seinem *electronic flight bag* (EFB) zunächst die für den Start auf Piste 33 notwendige Triebwerkleistung für das gemäss Betriebsflugplan (*operational flight plan* – OFP) erwartete Startgewicht. Er gab diese Daten jedoch bewusst nicht in das für die Steuerung der Triebwerkleistung zuständige System (*flight management and guidance system* – FMGS) ein. Dies ist Sache des PF, also in diesem Fall Aufgabe des Kommandanten.

Das FMGS erlaubt die Eingabe zweier verschiedener Flugrouten; die Besatzung gab auf dem *primary flightplan* einen Start ab Piste 15 ein, die gemäss ATIS Information in Betrieb war, und auf dem *secondary flightplan* einen Start ab Piste 33, die die Besatzung zu benutzen gedachte.

Im Weiteren verlangte sie via ACARS<sup>1</sup> die Streckenfreigabe (*departure clearance*) und merkte dabei an, dass sie gerne die Piste 33 benutzen würde. Die Besatzung erhielt darauf die Streckenfreigabe mit der Piste 15 als Startpiste und der Anmerkung, dass sie während des *push back* nochmals bei Basel *ground* für die Piste 33 nachfragen könne.

Nach Erhalt des *loadsheets* führte die Besatzung auf ihren EFB die Berechnung der *takeoff data* für einen Start auf Piste 15 (*full length*) aus. Nach einem Vergleich der Resultate (vgl. Kapitel 1.17.2, Abbildung 1) gab der Kommandant diese Daten über die *multipurpose control and display unit* (MCDU) in den *primary flightplan* ein. Das gleiche tat die Besatzung für einen Start auf Piste 33 von der Rollwegabzweigung (*intersection*) DELTA aus, indem sie die zugehörigen Daten unabhängig berechnete, verglich und in den *secondary flightplan* eingab. Im Anschluss daran berechnete der Kommandant auf seinem EFB noch die *takeoff data* für einen Start ab der *intersection* 15 GOLF und der Copilot auf seinem EFB für einen solchen ab der *intersection* 15 HOTEL. Die Besatzung wollte damit auch für einen *intersection takeoff* vorbereitet sein und hatte somit insgesamt vier verschiedene Szenarien für den Start vorbereitet.

Zum Abschluss der Cockpit-Vorbereitungen und noch vor dem Starten der Triebwerke führte die Besatzung das *takeoff briefing* durch. Dieses beinhaltete nach Aussage des Copiloten sowohl einen Start auf Piste 15 (*full length*) als auch

---

<sup>1</sup> ACARS steht für *aircraft communications addressing and reporting system*. ACARS ist ein digitales Datenübermittlungssystem, das zur Übermittlung von einfachen Nachrichten zwischen Flugzeugen und Bodenstationen und umgekehrt dient.



einen solchen auf Piste 33 DELTA. Die beiden *intersections* 15 GOLF und 15 HOTEL wurden dabei nicht erwähnt.

### 1.1.3 Flugverlauf

Um 12:52:28 UTC meldete sich die Besatzung beim Flugverkehrsleiter (FVL) von Basel *ground* wie folgt: „*Belair two five three two, position two zero, requesting push and start, appreciating runway three three.*“ Der FVL antwortete: „*Belair two five three two, pushback approved, and eh call you back.*“ Nur wenige Sekunden später informierte der FVL die Besatzung der HB-IOP darüber, dass sie für einen Start auf Piste 33 mit rund 20 Minuten Verspätung rechnen müsse. Die Besatzung entschied sich daraufhin für einen *full length takeoff* auf der Piste 15 und antwortet dem FVL um 12:52:50 UTC: „*Then we take runway one five, Air Berlin two Belair two five three two.*“

Nach dem Zurückstossen und Starten der Triebwerke arbeitete die Besatzung gemäss den Verfahrensvorgaben, die bezüglich *takeoff data* keine Prüfpunkte mehr beinhalteten (vgl. Kapitel 1.17.2).

Um 12:56:44 UTC verlangte die Besatzung der BHP 2532 die Rollfreigabe, die vom FVL umgehend wie folgt erteilt wurde: „*Belair two five three two taxi one five via BRAVO.*“ Die Besatzung quittierte diese Freigabe.

Nur wenig später, um 12:57:08 UTC forderte der FVL die Besatzung auf, einem Flugzeug der Easyjet den Vortritt zu lassen: „*Belair two five three two, you give way to ehm Easyjet aircraft joining BRAVO from the northern apron.*“ Die Besatzung der BHP 2532 antwortete darauf: „*Copy, as number two, Belair two five three two.*“ Die Besatzung der Easyjet meldete dem FVL etwas später, um 12:59:11 UTC, Folgendes: „*And eh Easyjet eight five Bravo kilo, ready for departure, holding short GOLF.*“ Der FVL wies die Besatzung der Easyjet darauf an, auf die Frequenz von Basel *tower* zu wechseln. Wenig später, um 12:59:34 UTC, erteilte er der Besatzung der BHP 2532 die gleiche Anweisung.

Der Kommandant der BHP 2532, die hinter der Easyjet rollte, machte nun den Vorschlag, ebenfalls ab der Rollwegabzweigung GOLF zu starten. Der Copilot war damit einverstanden, und nach dem Wechsel zur *tower*-Frequenz meldete er sich beim entsprechenden FVL um 12:59:46 UTC wie folgt: „*Bale tower bonjour, Belair two five three two, also able for intersection GOLF, ready.*“ Nach der unmittelbaren Rückfrage des FVL ob die BHP 2532 wirklich auch ab der *intersection* GOLF starten wolle, und als dies durch die Besatzung bestätigt wurde, gab der FVL der Besatzung um 13:00:04 UTC die folgende Information respektive Freigabe: „*Belair two five three two, line up one five GOLF and wait, call you back short, traffic is five miles final, be ready.*“ Die Besatzung der BHP 2532 bestätigte diese Freigabe um 13:00:13 UTC wie folgt: „*Belair two five three two, holding short one five GOLF.*“ Sie befand sich zu diesem Zeitpunkt immer noch auf dem Rollweg BRAVO und rollte mit einer Geschwindigkeit von 14 kt. Der FVL fragte in der Folge die Besatzung der Easyjet, ob sie nun am Starten wäre. Nachdem diese um 13:00:22 UTC das Einleiten des Startlaufs bestätigt hatte, informierte der FVL umgehend die Besatzung der sich im Anflug befindenden Maschine mit dem Rufzeichen *Air France Romeo Yankee*, ihre Geschwindigkeit auf die minimale Anfluggeschwindigkeit zu reduzieren, da vor ihrer Landung noch ein zweites Flugzeug starten werde. Hierauf erteilte er der BHP 2532, die sich in der Zwischenzeit mit einer Geschwindigkeit von 5 kt auf dem Rollweg GOLF befand, um 13:00:34 UTC die Freigabe, in die Startposition der *intersection* GOLF zu rollen und zu warten.

Die Besatzung der BHP 2532 war ob dieser Freigabe erstaunt, da sie der Ansicht war, dass sie erst nach der Landung der *Air France Romeo Yankee* in die Start-

position rollen könne. Aus diesem Grunde fragte sie zurück, ob sie wirklich den *line up* durchführen könne. Der FVL bejahte dies um 13:00:41 UTC wie folgt: „*Affirm Sir, line up one five from GOLF and wait.*“ Die Besatzung bestätigte diese Freigabe und erhielt um 13:01:08 UTC die Startfreigabe wie folgt: „*Belair two five three two, cleared takeoff one five GOLF, wind calm, traffic three miles.*“ Das Flugzeug befand sich dabei in der Phase des Rollens in die Startposition (*line up*). Die Besatzung führte gemäss ihrer Aussage den *takeoff check* durch und leitete, ohne in der Startposition anzuhalten, den Startlauf ein (*rolling takeoff*).

Die gesetzte, reduzierte Startleistung der Triebwerke basierte auf der gesamten Pistenlänge von 3900 m und die ins FMGS eingegebenen V1<sup>2</sup>, VR<sup>3</sup> und V2<sup>4</sup> speeds betragen alle 157 kt (vgl. Kapitel 1.18.1, Abbildung 9).

Während des Startlaufs empfand der Kommandant die Zunahme der Geschwindigkeit im Verhältnis zur Position auf der Piste als ungewöhnlich. Er erkannte, dass die gesetzte Startleistung nicht derjenigen entsprach, die für den *intersection takeoff* nötig gewesen wäre. Er setzte deshalb, um 13:01:48 UTC, bei einer angezeigten Geschwindigkeit (*indicated airspeed – IAS*) von 140 kt und 1150 m vor dem Pistenende, TOGA<sup>5</sup> power. Mit einem Blick auf seinen EFB sah er, dass die dem *intersection takeoff* entsprechenden speeds (V1 und VR 136 kt und V2 138 kt) bereits erreicht waren. Er rotierte darauf unverzüglich. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt rund 790 m vor dem Pistenende und hatte eine IAS von 150 kt. Nach weiteren 250 m erreichte das Flugzeug eine Höhe von 35 ft. Der anschliessende Steigflug zeigte Fluglagewinkel von bis zu 19.5 Grad *aircraft nose up* (ANU). Der Weiterflug verlief ereignislos.

#### 1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls

Ort	Piste 15 des Flughafens Basel-Mülhausen, Frankreich
Datum und Zeit	6. Oktober 2014, 13:01 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Höhe	265 m/M

#### 1.2 Personenschäden

Keine

#### 1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Keiner

#### 1.4 Drittschaden

Keiner

<sup>2</sup> V1 steht für *decision speed*. Fällt ein Triebwerk bei dieser Geschwindigkeit aus, ist das Flugzeug fähig, entweder den Start mit einem sicheren Steigflug fortzusetzen oder den Start abubrechen und auf der Piste zum Stillstand zu kommen.

<sup>3</sup> VR steht für *rotation speed*. Bei dieser Geschwindigkeit wird die Rotation eingeleitet, um abzuheben.

<sup>4</sup> V2 steht für *takeoff safety speed*. Diese Geschwindigkeit garantiert einen sicheren Steigflug mit einem bei V1 ausgefallenen Triebwerk. Das *fly-by-wire* Konzept der A320 sieht eine variable *takeoff safety speed* vor, deren Minimum 13% über der *stall speed* liegt.

<sup>5</sup> TOGA steht für *takeoff and go-around* und entspricht der maximal möglichen Leistung der Triebwerke.

**1.5 Angaben zu Personen**

## 1.5.1 Flugbesatzung

## 1.5.1.1 Kommandant

Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1975	
Lizenz	Verkehrspilotenlizenz für Flugzeuge ( <i>airline transport pilot licence aeroplane</i> – ATPL(A)) nach <i>European Aviation Safety Agency</i> (EASA).	
Flugerfahrung	Gesamthaft	6447 h
	Auf dem Vorfalldatum	3523 h
	Davon als Kommandant	3440 h
	Während der letzten 90 Tage	191 h
	Davon auf dem Vorfalldatum	191 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 Copilot

Person	Deutscher Staatsangehöriger, Jahrgang 1984	
Lizenz	ATPL(A) nach EASA	
Flugerfahrung	Gesamthaft	3771:48 h
	Auf dem Vorfalldatum	2856:59 h
	Während der letzten 90 Tage	195:32 h
	Davon auf dem Vorfalldatum	195:32 h

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

**1.6 Angaben zum Luftfahrzeug**

## 1.6.1 Allgemeine Angaben

Eintragungszeichen	HB-IOP	
Luftfahrzeugmuster	A320-214	
Charakteristik	Zweimotoriges Kurz- und Mittelstreckenflugzeug mit Turbofantrieb	
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich	
Eigentümer	GY Aviation Lease 0905 Co. Ltd., George's Dock IFSC 3, 1 Dublin, Irland	
Halter	Belair Airlines AG, Sägereistrasse 27, CH-8152 Glattbrugg	
Triebwerk	CFM International CFM56-5B4/3	
Höchstzulässige Massen	Start	77 000 kg
	Landung	64 500 kg
Masse und Schwerpunkt	Die Masse des Flugzeuges zum Abflugzeitpunkt betrug 62 967 kg.	

Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeughandbuch (*aircraft flight manual – AFM*) zulässigen Grenzen.

## 1.7 Meteorologische Angaben

### 1.7.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz befand sich am Rande eines atlantischen Tiefs mit Kern südlich von Island. Ein zum Tief gehörendes Frontensystem lag über Westfrankreich. In Basel herrschte sonniges Wetter mit ein paar Schönwetterquellwolken und aufziehenden Cirren.

In Bodennähe war der Wind schwach. Die Temperatur lag 7 °C über dem entsprechenden Wert der Standardatmosphäre.

### 1.7.2 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 211 °	Höhe: 33 °
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

### 1.7.3 Flugplatzwettermeldung

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

*METAR LFSB 061300Z VRB02KT 9999 FEW025 20/13 Q1011 NOSIG=*

Ausgeschrieben bedeutet dies:

Am 6. Oktober 2014 wurden kurz vor der Ausgabezeit der Flugplatzwettermeldung von 13:00 UTC auf dem Flugplatz Basel-Mülhausen die folgenden Wetterbedingungen beobachtet:

Wind	variabel mit 2 kt
Meteorologische Sicht	10 km oder mehr
Niederschläge	keine
Bewölkung	1/8-2/8 auf 2500 ft AAE <sup>6</sup>
Temperatur	20 °C
Taupunkt	13 °C
Luftdruck (QNH)	1011 hPa, Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO <sup>7</sup> -Standardatmosphäre.
Landewetterprognose	In den zwei Stunden, die auf die Wetterbeobachtung folgen, sind keine signifikanten Änderungen zu erwarten.

### 1.7.4 ATIS-Meldung des Flughafens Basel-Mülhausen

Am 6. Oktober 2014 wurde durch den Flughafen Basel-Mülhausen auf der Frequenz 127.875 MHz die Information des *automatic terminal information service*

<sup>6</sup> AAE: *above aerodrome elevation*, über der Flugplatzbezugshöhe

<sup>7</sup> ICAO: *International Civil Aviation Organisation*

(ATIS) mit dem Kennwort LIMA ausgestrahlt, das vom Kommandanten wie folgt notiert wurde (Hervorhebung im Original):

"1140 15 T80 X 360/3 10 5/016 18/13 1012"

Ausgeschrieben bedeutet dies:

Zeit	11:40 UTC
Kennwort	LIMA
Piste in Betrieb	15
<i>transition level</i>	FL 80
Wind	aus 360 Grad mit 3 kt
Sicht	10 km oder mehr
Bewölkung	5/8 auf 1600 ft AAE
Temperatur	18 °C
Taupunkt	13 °C
Luftdruck (QNH)	1012 hPa

## 1.8 Navigationshilfen

Nicht betroffen

## 1.9 Kommunikation

Der Funkverkehr zwischen den Piloten und den Flugverkehrsleitstellen Basel *ground* und Basel *tower* wickelte sich ordnungsgemäss, in englischer Sprache und ohne Schwierigkeiten ab.

## 1.10 Angaben zum Flughafen

### 1.10.1 Allgemeines

Der Flughafen Basel-Mülhausen liegt 6 km nordwestlich der Stadt Basel (Schweiz) und 22 km südöstlich von Mülhausen (Frankreich) auf französischem Hoheitsgebiet. Seit 1987 trägt der Flughafen Basel-Mülhausen den Markennamen „EuroAirport Basel Mulhouse Freiburg“. Im Jahre 2013 wurde auf ihm ein Verkehrsvolumen von rund 87 000 An- und Abflügen abgewickelt. Der Flughafen wird von Frankreich und der Schweiz gemeinsam betrieben.

Die Bezugshöhe des Flughafens beträgt 885 ft AMSL<sup>8</sup> und als Bezugstemperatur sind 27.0 °C festgelegt.

### 1.10.2 Pistenausrüstung

Die Pisten des Flughafens Basel-Mülhausen weisen folgende Abmessungen auf:

Pistenbezeichnung	Abmessungen	Höhe der Pistenschwellen
15/33	3900 x 60 m	864/882 ft AMSL
08/26	1820 x 60 m	881/885 ft AMSL

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls stand die gesamte Pistenlänge von 3900 m für einen Start auf Piste 15 zur Verfügung. Die verfügbare Startdistanz (*takeoff distance available* – TODA) betrug 4000 m.

<sup>8</sup> AMSL: *above mean sea level* – über der mittleren Meereshöhe

Vom parallel zur Piste 15/33 verlaufenden Rollweg BRAVO führen verschiedene Abzweigungen zur Piste und erlauben somit einen Start von verschiedenen *intersections* aus, mit entsprechenden kürzeren Pistenlängen. So steht für einen Start auf der Piste 15 von der *intersection* HOTEL aus eine Pistenlänge von 2990 m zur Verfügung und von der *intersection* GOLF aus noch eine solche von 2370 m (vgl. Anlage 1).

#### 1.11 Flugschreiber

Da aus verschiedenen Gründen die Untersuchung dieses schweren Vorfalls erst spät eingeleitet wurde, waren die Aufzeichnungen des Flugdatenschreibers (*digital flight data recorder* – DFDR) und des Geräuschaufzeichnungsgerätes (*cockpit voice recorder* – CVR) bereits überschrieben und standen der Untersuchung nicht mehr zur Verfügung.

Die Aufzeichnungen des *quick access recorder* (QAR) standen der Untersuchung zur Verfügung und konnten ausgewertet werden.

#### 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

Nicht betroffen

#### 1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Nicht betroffen

#### 1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

##### 1.17.1 Allgemeines

Das Flugbetriebsunternehmen hat die Verfahrensvorgaben (*operating procedures*) für die Besatzungen in unterschiedlichen Betriebshandbüchern festgehalten. Dazu gehören das Betriebshandbuch (*operations manual* – OM) OM A und OM B. Während das OM A allgemeine Verfahrensvorgaben enthält, sind im OM B die für das Flugzeugmuster A320 spezifischen Verfahren festgehalten. In diesem OM B wird primär auf das *flight crew operating manual* (FCOM) des Flugzeugherstellers verwiesen. Als Ergänzung und zu Ausbildungszwecken dient zudem noch das *flight crew training manual* (FCTM) des Flugzeugherstellers, das ebenfalls Verfahrensvorgaben enthält.

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 nur in elektronischer Form.

##### 1.17.2 Für den schweren Vorfall relevante Verfahrensvorgaben

Im FCOM wird unter anderem einleitend festgehalten, dass die publizierten *standard operating procedures* (SOP) des Flugzeugherstellers anzuwenden sind. Zu-

sätzlich werden darin vom Flugbetriebsunternehmen erweiterte Informationen zum Betrieb des Flugzeuges gegeben. Dabei wird Folgendes festgehalten: „Standard operating procedures are divided into flight phases, and are performed by memory.“

Weiter wird festgehalten:

„There is no need to use the QRH-Normal Operation chapters to perform the items. But it is allowed to use the QRH as a guideline, for example during:

- Preliminary Cockpit Preparation
- Cockpit preparation

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

Für die folgende chronologische Beschreibung der relevanten Verfahrensvorgaben dient deshalb die entsprechende Publikation im QRH als Basis.

Im QRH wird im Kapitel *Normal Procedures* NP-NP 3/16 unter anderem vor dem *pushback* und *engine start* bezüglich Startleistungsdaten Folgendes festgehalten:

<b>BEFORE PUSHBACK OR START</b>	
CM1	CM2
LOADSHEET.....CHECK	
FOB.....CHECK	FOB.....CHECK
FMS TO DATA.....CHECK/REVISE AS RQRD (PF)	
REVISED FMS TO DATA.....XCHECK (PNF)	
SEATING POSITION.....ADJUST	SEATING POSITION.....ADJUST
FMS PERF TO page.....SELECT (PF)	
FMS F-PLN page.....SELECT (PNF)	
	EXT PWR.....CHECK AVAIL
	EXT PWR DISCONNECTION.....REQUEST
NW STRG DISC.....CHECK AS RQRD	PUSHBACK/START CLEARANCE.....OBTAIN
WINDOWS/DOORS.....CHECK CLOSED	WINDOWS/DOORS.....CHECK CLOSED
RADIO DISABLED SHOWN ON EFB II .....CHECK	RADIO DISABLED SHOWN ON EFB II .....CHECK
EXTERIOR LIGHTS.....SET	
THRUST LEVERS.....IDLE	
PARK BRK ACCU PRESS.....CHECK	
PARKING BRK.....AS RQRD	
BEFORE START C/L.....REQUEST	

**Abbildung 1:** Verfahren aus dem QRH. CM1 (*crew member 1*) meint den Kommandanten und CM2 (*crew member 2*) den Copiloten. PF steht für *pilot flying* und PNF steht für *pilot not flying*.

Bezogen auf den vorliegenden schweren Vorfall heisst das, dass der Kommandant als PF die Leistungsdaten für den Start (TO DATA) basierend auf dem *loadsheet* und den aktuellen Wetterdaten ins FMGS eingeben und der Copilot dies kontrollieren muss.

Das haben die beiden Piloten gemäss ihrer Aussage so durchgeführt, und zwar mit den Daten für einen *full length takeoff* auf der Piste 15.

Im Weiteren muss der Kommandant auf seiner MCDU die PERF TO (*performance takeoff*) page und der Copilot die F-PLN (*flightplan*) page wählen.

Die Dateneingabe durch den Kommandanten erfolgt nach den im FCOM definierten Vorgaben wie folgt:

**TAKEOFF DATA INSERTION (PERF TAKEOFF PAGE):**

* V1, VR, V2.....	INSERT	PF
* FLX TO TEMP.....	INSERT	PF
* THR RED/ACC altitude.....	SET or CHECK	PF
* ENG OUT ACC altitude.....	SET or CHECK	PF
* FLAPS/THS reminder.....	INSERT	PF
* TO SHIFT.....	AS RQRD	PF

*Enter the takeoff SHIFT distance, if takeoff is to be from an intersection. This is essential for position updating at takeoff and, consequently, for navigation accuracy.*

**Abbildung 2:** Angaben zur *takeoff data insertion* gemäss FCOM.

Die abschliessend erwähnte Eingabe der *takeoff SHIFT distance* ermöglicht die Aktualisierung der vom FMGS berechneten Flugzeugposition auf die Startposition im Falle einer ungenügenden GPS-Signalqualität. Ist die Signalqualität genügend, das System also im GPS PRIMARY mode, findet kein *position updating* statt. Da das Verfahren diese Unterscheidung nicht macht, hätte im vorliegenden Fall gemäss dem obigen Verfahren hier ein Wert von 1530 m eingegeben werden müssen, entsprechend der Distanz zwischen dem Beginn der Piste 15 und der *intersection* GOLF.

Zum Abschluss des Verfahrens „before push back or start“ verlangt der Kommandant die Prüfliste für „before start“. In dieser Prüfliste wird durch die beiden Piloten noch einmal kontrolliert, ob die *takeoff data* richtig eingegeben worden sind.

<b>BEFORE START</b>	
GEAR PINS and COVERS.....	REMOVED
SIGNS.....	ON/AUTO
FUEL QUANTITY.....	___ KG (BOTH)
ALTIMETERS.....	
..... QNH___/___	FEET (BOTH)
T/O DATA.....	
..... INSERTED, V1___V2___	(BOTH)
BEACON.....	ON
PARKING BRAKE.....	AS RQRD

**Abbildung 3:** Prüfliste gemäss QRH

In der Prüfliste „after start“ werden diese Daten nicht mehr angesprochen.

Während des Rollens (*taxi*) sollen gemäss QRH NP-NP 5/16 folgende Punkte abgearbeitet werden:



<b>TAXI</b>	
CM1	CM2
<p>•Taxi clearance obtained:</p> <p>EXTERIOR LIGHTS..... SET</p> <p>PARKING BRAKE handle..... OFF</p> <p>THRUST LEVERS..... AS RQRD</p> <p>BRAKES..... CHECK</p> <p>FLT CTL..... CHECK<sup>(1)</sup></p> <p>AFTER START C/L..... COMPLETE<sup>(1)</sup></p> <p>•ATC clearance obtained:</p> <p>PFD/ND..... CHECK</p> <p>TAKEOFF BRIEFING..... CONFIRM</p> <p>TERR ON ND..... AS RQRD</p> <p>CABIN REPORT..... RECEIVE</p> <p>•Cabin Ready received (and FLT CTL Check completed):</p>	<p>TAXI CLEARANCE..... OBTAIN</p> <p>ELAPSED TIME..... AS RQRD</p> <p>BRAKES..... CHECK</p> <p>FLT CTL..... CHECK<sup>(1)</sup></p> <p>AFTER START C/L..... COMPLETE<sup>(1)</sup></p> <p>ATC CLEARANCE..... CONFIRM</p> <p>T.O DATA..... CHECK</p> <p>FMS F-PLAN/SPD..... CHECK</p> <p>FCU ALT/HDG..... SET</p> <p>BOTH FD..... CHECK ON</p> <p>PFD/ND..... CHECK</p> <p>RADAR and PREDICTIVE WINDSHEAR SYSTEM  AS RQRD</p> <p>ATC CODE..... CONFIRM/SET</p> <p>TERR ON ND..... AS RQRD</p> <p>CABIN REPORT..... RECEIVE</p> <p>AUTO BRK ..... MAX</p>



*Continued from the previous page*

CM1	CM2
	<p>T.O CONFIG pb ..... TEST</p> <p>T.O MEMO ..... CHECK NO BLUE</p>

(1) If FLIGHT CONTROL CHECK and AFTER START C/L is done during taxi, for callouts:  
Refer to FCOM/PRO-NOR-SOP-90 Standard Callouts- Summary For Each Phase-Taxi

**Abbildung 4:** Verfahrensvorgabe „TAXI“ gemäss QRH. CM1 betrifft den Kommandanten, CM2 den Copiloten.

Zum Punkt des Kommandanten 'TAKEOFF BRIEFING.....CONFIRM' ist im FCTM Folgendes festgehalten: „The TAKEOFF BRIEFING CONFIRMATION should only review any changes that may have occurred since the full TAKEOFF BRIEFING done at the parking bay (e.g. change of SID, change in runway conditions, etc.).”

Der in der Fussnote (1) erwähnte Hinweis refer to FCOM/PRO-NOR<sup>9</sup>-SOP-90 weist auf folgende Ergänzung zum Verfahren hin:

<sup>9</sup> PRO-NOR: normal procedures – normale Betriebsverfahren

**TAXI**

EVENT	CM1	CM2
When taxi received obtained	LEFT SIDE CLEAR	RIGHT SIDE CLEAR
Brake transfer check <sup>(1)</sup>		
F/CTL check if done during taxi. <sup>(2)</sup>	FLIGHT CONTROL CHECK	

*Continued on the following page*

*Continued from the previous page*

EVENT	CM1	CM2
1. Elevators		FULL UP, FULL DOWN, NEUTRAL
2. Ailerons/Spoilers		FULL LEFT, FULL RIGHT, NEUTRAL
3. Rudder <sup>(3)</sup>	RUDDER	FULL LEFT, FULL RIGHT, NEUTRAL
During taxi	AFTER START C/L <sup>(4)</sup>	AFTER START C/L COMPLETED <sup>(5)</sup>
Lining up		
Packs on T/O	TAKE OFF CHECK TAKE OFF ALL GREEN	TAKE OFF ALL GREEN
Packs off T/O <sup>(6)</sup>	PACKS OFF TAKE OFF CHECK TAKE OFF ALL GREEN PACKS OFF	TAKE OFF ALL GREEN PACKS OFF

(1) The check is performed silently by CM1 (Refer to PRO-NOR-SOP-10/TAXI-BRAKES).

(2) (Refer to PRO-NOR-SOP-10/TAXI-FLIGHT CONTROLS).

(3) The PNF should follow pedal movement with his/her feet.

(4) Confirmation T/O flaps setting: The PF and PNF check the T/O flaps setting on the MCDU PERF Page and on the ECAM.

(5) AFTER START C/L performed and Cabin Ready received (ECAM, CDSS or Voice), CM2 selects:

AUTO BRK : MAX

T.O. CONFIG : TEST

(6) Standard configuration is Packs on for T/O. Packs off T/O may be required by operational or performance reasons.

**Abbildung 5:** Detaillierte Verfahrensvorgaben für das Rollen gemäss FCOM

Unter dem Kapitel 'TAXI' wird im FCOM (PRO-NOR-SOP-10<sup>10</sup>) unter anderem Folgendes festgehalten:

**TAKEOFF DATA/CONDITIONS**

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

F-PLN (Runway).....	REVISE	CM2
FLAPS lever .....	AS APPROPRIATE	CM2
<i>Select takeoff position.</i>		
V1, VR, V2.....	REINSERT	CM2
FLX TO temperature.....	REINSERT	CM2

**Abbildung 6:** Angaben zur *takeoff data insertion* im Falle einer Pistenänderung gemäss FCOM.

Da sich die Besatzung während des Rollens entschloss, ab der *intersection GOLF* zu starten, entsprach dieser Entschluss einem *runway change*. Die obigen Punkte wurden durch den Copiloten nicht ausgeführt.

<sup>10</sup> PRO-NOR-SOP: *procedure – normal – standard operating procedure*

Zusätzlich muss festgehalten werden, dass gemäss Flugbetriebsunternehmen diese Punkte durch den jeweiligen Piloten (CM 2) stillschweigend (*silent*) abgearbeitet werden, weil dem *sterile cockpit procedure* grosses Gewicht beigemessen wird. Das OM A hält dazu in Kapitel 8.3.19.1.1 unter anderem Folgendes fest:



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

Auf das Rollen bezogen steht im OM A Kapitel 8.3.19.2.1 unter anderem Folgendes:

*„The flight crew should be “head-up” and “eyes-out” for a continuous watch during aerodrome surface operations. A sterile cockpit should be maintained. All activities other than normal checklists, shall be kept to a minimum. When crossing a runway, checklist activity shall be stopped.“*

Zu dem während des Rollens auszuführenden Verfahren *TAXI* äusserte sich der Kommandant dahingehend, dass dieser vom Copiloten stillschweigend gemacht werde. Für ihn sei es am ECAM ersichtlich, ob das Verfahren durchgeführt worden sei. Der Copilot sagte dazu, dass nach dem Losrollen kein *taxi check* gemacht werde und dass die Besatzung alles, inklusive *flight control check* und *after start items* nach dem *engine start* durchführe.

Beim Einrollen in die Startposition auf der Piste sind gemäss QRH die folgenden Punkte abzuarbeiten, die ausser dem *call „TAKE-OFF CHECK“* durch den Kommandanten und den *call „TAKE-OFF ALL GREEN“* durch beide Piloten wiederum *silent* durch die beiden Piloten ausgeführt werden.

<b>BEFORE TAKEOFF</b>	
CM1	CM2
	BRAKE TEMP (if brake fan  running)..... CHECK
	BRAKE FAN pb-sw (if brake fan  running)..... OFF
	TAKEOFF/LINE UP CLEARANCE..... OBTAIN
EXTERIOR LIGHTS..... SET	
	TCAS Mode selector..... TA or TA/RA
APPROACH PATH..... CLEARED OF TRAFFIC	APPROACH PATH..... CLEARED OF TRAFFIC
"PACKS OFF" (if required)..... ANNOUNCE	PACKS 1+2 (if required)..... OFF
"TAKE-OFF CHECK"..... ANNOUNCE	NO SMOKING SIGN..... CYCLE OFF/ AUTO
	"TAKE-OFF ALL GREEN" ..... ANNOUNCE
	"PACKS OFF" (if required)..... ANNOUNCE
"TAKE-OFF ALL GREEN"..... ANNOUNCE	
"PACKS OFF" (if required)..... ANNOUNCE	
	ENG MODE selector..... AS RQRD
SLIDING TABLE..... STOWED	SLIDING TABLE..... STOWED
TAKEOFF RUNWAY..... CONFIRM	TAKEOFF RUNWAY..... CONFIRM

**Abbildung 7:** Verfahrensvorgaben aus dem FCOM NP-NP 5/16

Aufgrund eines schweren Vorfalls am 1. Oktober 2013 (vgl. Schlussbericht Nr. 2246) ergänzte das Flugbetriebsunternehmen mit Datum vom 11. April 2014 das Verfahren *BEFORE TAKEOFF* mit folgender *cautionbox*. Die Piloten sollten

mit ihrem Ausruf „*TAKEOFF ALL GREEN*“ bestätigen, dass sie die Punkte in dieser *cautionbox* stillschweigend überprüft haben.

<b>CAUTION</b>	With the response "TAKE-OFF ALL GREEN" the crew member confirms that: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Packs switching according take off calculation.</li><li>2. Altitude in the FCU window.</li><li>3. Flex setting on upper ECAM DU.</li><li>4. T/O memo »ALL GREEN«.</li><li>5. Flaps indication on lower ECAM corresponds to the calculated T/O flaps setting, entered on the MCDU PERF page.</li><li>6. RWY entered in the MCDU.</li></ol>
----------------	--

**Abbildung 8:** *Cautionbox* aus dem FCOM PRO-NOR-SOP-11. Bestandteil des publizierten Verfahrens „*BEFORE TAKEOFF*“

Beide Piloten sagten aus, dass sie zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls keine Kenntnis von dieser *cautionbox* hatten.

## 1.18 Zusätzliche Angaben

### 1.18.1 Berechnung der für den Start notwendigen Triebwerkleistung

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

Dabei entspricht die Startleistung der Triebwerke der minimal benötigten Leistung um bei Erreichen der Entscheidungsgeschwindigkeit *V1* den Start bei einem Triebwerkausfall innerhalb der verbleibenden Pistenlänge fortsetzen bzw. abbrechen zu können. Bei relativ langen Pisten (*full length*) ist tendenziell der minimal zu erreichende Steigwinkel begrenzend, bei kürzeren Pisten (*intersection*) eher die *accelerate stop distance*.

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

Zu den für diese Berechnung notwendigen Eingaben in den EFB gehören unter anderem die Startmasse, meteorologische Daten sowie die Angabe der Startpiste inklusive beabsichtigter *intersection*. Die Resultate müssen vom Bildschirm des EFB (vgl. Abbildung 9) abgelesen und über die Tastatur einer *multipurpose control and display unit* (MCDU) in das FMGS des Flugzeuges eingegeben werden. Beiden Piloten steht je eine MCDU zur Verfügung.

Die entsprechenden Computer regeln beim Start die Triebwerkleistung auf den Wert, der den vorausgegangenen Eingaben der Flugbesatzung in eine der beiden MCDU entspricht.

Im vorliegend untersuchten schweren Vorfall hatten beide Piloten die Berechnungen auf ihrem EFB für einen *full length takeoff* auf der Piste 15 durchgeführt und die entsprechenden *speeds* in das FMGS eingegeben (vgl. Abbildung 9).

EFB TAKEOFF FUNCTIONS MSG LIST HB-IOP

**BASLE/MULHOUSE BSL/LFSB**

TOW 63.1 T MTOW(perf) 74.2 T LIMITATION TOW - TOW

V1 155 kt FLP RETR RWY 15 NB  
F =

VR 157 kt SLT RETR T.O SHIFT S = 0 m

V2 157 kt CLEAN FLAPS/THS O = 211 1/[.]

TRANS ALT --- STOP MARGIN V1 MIN 718 m FLEX TO TEMP [F]57 °C

THR RED/ACC STOP MARGIN V1 MAX 654 m ENG OUT ACC 2572 ft

RWY LENGTH 3900 m

REV FOR COMPUTATION ALL REVERSERS INOPERATIVE

TO COMMENT  
At 4 DME 'BLM' 117.45 RT to 'BN' 353.0 (154 INBD,LT)

RETURN <Esc>

**Abbildung 9:** EFB-Berechnungen für einen *full length takeoff* auf der Piste 15 mit einer Startmasse von 63.1 Tonnen. Resultierende *speeds*: V1min = 155 kt, V1max = 157 kt, VR und V2 = 157 kt.

Zusätzlich hatte der Kommandant auf seinem EFB eine Berechnung für den *intersection takeoff* GOLF (vgl. Abbildung 10) und der Copilot eine solche für den *intersection takeoff* HOTEL ausgeführt. Die entsprechenden *speeds* wurden nicht ins FMGS eingegeben.

EFB TAKEOFF FUNCTIONS MSG LIST HB-IOP

**BASLE/MULHOUSE BSL/LFSB**

TOW 63.1 T MTOW(perf) 69.5 T LIMITATION TOW - TOW

V1 135 kt FLP RETR RWY 15/G NB  
F =

VR 136 kt SLT RETR T.O SHIFT S = 0 m

V2 138 kt CLEAN FLAPS/THS O = 211 1/[.]

TRANS ALT --- STOP MARGIN V1 MIN 131 m FLEX TO TEMP [F]50 °C

THR RED/ACC STOP MARGIN V1 MAX 105 m ENG OUT ACC 2554 ft

RWY LENGTH 2370 m

REV FOR COMPUTATION ALL REVERSERS INOPERATIVE

TO COMMENT  
At 4 DME 'BLM' 117.45 RT to 'BN' 353.0 (154 INBD,LT)

RETURN <Esc>

**Abbildung 10:** EFB-Berechnung für einen Start ab der *intersection* GOLF der Piste 15 mit einer Startmasse von 63.1 Tonnen. Resultierende *speeds*: V1min = 135 kt, V1max und VR = 136 kt, V2 = 138 kt.

### 1.18.2 Startstreckenberechnung

Die Berechnung der Strecken TOR<sup>11</sup>, TOD<sup>12</sup> und ASD<sup>13</sup> mit Hilfe des EFB, wie sie in Abbildung 9 und 10 präsentiert werden, geht von der Voraussetzung aus, dass die Aussentemperatur der angegebenen *flex temperature* entspricht. Da die effektive Aussentemperatur tiefer liegt, enthalten diese Streckenangaben inhärente Sicherheitsmargen. Eine Quantifizierung dieser Sicherheitsmargen war der Besatzung nicht möglich. Eine solche Quantifizierung ist daher auch nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Vergleicht man die Ergebnisse der Berechnung für den *full length takeoff* (vgl. Abbildung 9), ist ersichtlich, dass alle drei Distanzen grösser sind als die ab der *intersection* GOLF zur Verfügung stehende Pistenlänge.

Zusammengefasst zeigt sich für den vorliegend untersuchten schweren Vorfall bei der gesetzten Startleistung für einen *full length takeoff* folgendes Bild:

Verfügbare Pistenlänge <i>intersection</i> GOLF (TORA)	2370 m	
Verfügbare Startstrecke <i>intersection</i> GOLF (TODA)	2470 m	
Benötigte Pistenlänge	V1min	V1max
TOR ( <i>takeoff run</i> )	2529 m	2428 m
TOD ( <i>takeoff distance</i> )	2805 m	2704 m
ASD ( <i>accelerate stop distance</i> )	3157 m	3221 m

Wie die Tabelle zeigt, waren die folgenden beiden Anforderungen für einen sicheren Start nicht erfüllt:

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

Die Erhöhung der Triebwerkleistung auf den maximal möglichen Wert (TOGA) durch den Kommandanten und die zusätzliche Benutzung der rund 20 kt tieferen *V speeds* halfen mit, den Start erfolgreich durchzuführen.

### 1.18.3 Verfahrensvorgaben verschiedener Flugbetriebsunternehmen

#### 1.18.3.1 Allgemeines

Die Entscheidung zu einem *intersection takeoff* wurde während des Rollens zum Pistenanfang getroffen. Daher stellt sich die Frage, wie einem solchen Wechsel mit geeigneten Verfahren begegnet werden kann, damit in einem solchen Fall nicht mit einer falschen Triebwerkleistung gestartet wird.

<sup>11</sup> TOR steht für *takeoff run*. Dies ist die Distanz die nötig ist, um das Flugzeug nach einem Triebwerkausfall bei der Entscheidungsgeschwindigkeit V1 weiter bis auf VR zu beschleunigen und abzuheben. Der Flugzeughersteller lässt dabei der Besatzung die Wahl zwischen einer minimalen und einer maximalen Entscheidungsgeschwindigkeit (V1min und V1max).

<sup>12</sup> TOD steht für *takeoff distance*. Dies ist die Distanz die nötig ist, um das Flugzeug nach einem Triebwerkausfall bei der Entscheidungsgeschwindigkeit V1 weiter bis auf VR zu beschleunigen, abzuheben und eine Höhe von 35 ft zu erreichen.

<sup>13</sup> ASD steht für *accelerate stop distance*. Diese ist die Summe aus der Distanz, die nötig ist um auf die Geschwindigkeit V1 zu beschleunigen und der notwendigen Distanz, um das Flugzeug nach einem Startabbruch bei V1 mit den Radbremsen zum Stillstand zu bringen.

Zum Vergleich seien hier die Rollverfahren respektive die Verfahren *TAXI/CHECK* anderer Flugbetriebsunternehmen, die unter anderem ebenfalls das Muster Airbus A320 bewegen, kurz dargestellt.

#### 1.18.3.2 Flugbetriebsunternehmen Nr. 1

Das Flugbetriebsunternehmen betreibt die Airbus-Muster A320, A330 und A340. Für alle betriebenen Muster gilt die gleiche Prüfliste, die vor dem Start und vor dem *line up* auf die Piste durch die Piloten im *closed-loop*-Verfahren abgearbeitet wird. Dies bedeutet, dass beide Piloten gegenseitig die Durchführung der entsprechenden Punkte bestätigen bzw. überprüfen. Insbesondere werden dabei in dieser Phase die korrekte Konfiguration für den Start und die Eingabe der Leistungsdaten in das FMGS geprüft. Dabei soll unter anderem überprüft werden, dass auch nach einem allfälligen Wechsel der Piste, wozu auch die Planung eines Starts von einer *intersection* gehört, die kritischen Geschwindigkeiten und die *flex temperature* für den Start dieser Änderung entsprechen.

#### 1.18.3.3 Flugbetriebsunternehmen Nr. 2

Das Flugbetriebsunternehmen betreibt die Baumuster A320 und A330. Die Verfahren sind für die verschiedenen Flugzeugmuster identisch.

In den Verfahrensvorgaben im OM B wird die Besatzung mit einer *cautionbox* darauf aufmerksam gemacht, dass bei einem Wechsel der Piste die *take off data* angepasst werden müssen.

Weiter wird im OM B bezüglich Gebrauch der Prüfliste (*checklist*) festgehalten, dass diese durch den *pilot flying* (am Boden durch den Kommandanten) zu verlangen ist und die Punkte durch den *pilot monitoring* (am Boden durch den Copiloten) abgearbeitet werden müssen. Es wird betont, dass dies im Sinne von *question/answer/action* ein Dialog zwischen den beiden Piloten sein soll.

#### 1.18.3.4 Flugbetriebsunternehmen Nr. 3

Das Flugbetriebsunternehmen betreibt das Baumuster A320. Die gemäss Herstellervorgaben gemäss FCOM vor oder während des Rollens auszuführenden Verfahrensschritte werden in diesem Unternehmen durch zwei kurze, je nur drei Punkte umfassende Prüflisten „*taxi*“ und „*change of runway/intersection*“ ergänzt. Diese Prüflisten müssen durch den PNF von der *paper checklist* abgelesen werden.

Die Prüfliste „*taxi*“ enthält die von beiden Piloten auszuführende Überprüfung „*briefing .... confirmed*“. Hierzu enthält das OM B eine detaillierte Beschreibung, wonach dieser Schritt unter anderem eine Überprüfung der *takeoff data* zu umfassen hat („*inserted for appropriate runway/intersection*“).

Die Prüfliste „*change of runway/intersection*“ wird zum Abschluss eines eigens für ebendiesen Fall auszuführenden, im OM B detailliert beschriebenen Verfahrens abgearbeitet. Dieses Verfahren umfasst zunächst die Anweisungen, das Flugzeug zum Stehen zu bringen, die Parkbremse zu setzen, die Flugverkehrsleitung über die für die Änderung benötigte Zeit ins Bild zu setzen und die nachfolgenden Schritte keinesfalls unter Zeitdruck durchzuführen. Anschliessend folgen die für die Änderung selbst benötigten Verfahrensschritte. Durch die Prüfliste „*change of runway/intersection*“ wird abschliessend unter anderem sichergestellt, dass die gewünschten *takeoff data* korrekt ins FMGS eingegeben wurden.

#### 1.18.3.5 Flugbetriebsunternehmen Nr. 4

Das Flugbetriebsunternehmen betreibt die Baumuster A319 und A320 nach identischen Verfahren und Checklisten. In den Verfahrensvorgaben im OM B wird die Besatzung angewiesen, die wahrscheinlichste oder die erwartete Variante der *take-off data* für den Start in das FMGS einzugeben. Die Verfahrensvorgaben erlauben es, die Daten für eine alternative Startposition – beispielsweise von einer *intersection* aus – mit dem EFB zu bestimmen und mit klarer Bezeichnung auf dem Betriebsflugplan zu notieren. Als weitere Möglichkeit führt das OM B die Eingabe dieser Daten in den *secondary flightplan* des FMGS an.

In der Praxis geben die Besatzungen des Flugbetriebsunternehmens in der Regel die *take-off data* für den Start von der wahrscheinlichsten *intersection* ein, damit bei der Nutzung dieser Möglichkeit – die meist unter Zeitdruck geschieht – keine Neueingabe ins FMGS mehr nötig wird. Wird während des Rollens klar, dass ein Start auf der gesamten zur Verfügung stehenden Pistenlänge erfolgen wird, so können die entsprechenden Daten ins FMGS eingegeben werden. Dies stellt im Allgemeinen kein Problem dar, da in einem solchen Fall durch die längere Rollzeit üblicherweise mehr Zeit zur Verfügung steht. Geht die Eingabe vergessen, so wird lediglich mit einer etwas höheren Triebwerkleistung gestartet, als dies für die gesamte Pistenlänge notwendig wäre. Daraus resultiert aber kein Nachteil bezüglich der Sicherheit.

Während des Rollens zum Start schreibt das OM B eine mnemotechnisch genormte Repetition der wichtigsten Elemente für den bevorstehenden Start und den Abflug vor. Dabei werden u.a. auch die tatsächlich eingegebenen und verwendeten *take-off data* vom fliegenden Piloten nochmals angesprochen und dabei vom überwachenden Piloten im Sinne des *closed loop* überprüft bzw. bestätigt.

#### 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 beeinflussen können.

### 2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

#### 2.2.1 Flugbesatzung

Die Flugbesatzung führte ihre Berechnungen für den Start gemäss den vom Flugbetriebsunternehmen festgelegten Verfahrensvorgaben durch. Mit der Eingabe der *takeoff data* für einen *full length takeoff* auf der Piste 15 in den *primary flightplan* des FMGS und für einen Start ab der *intersection* DELTA der Piste 33 in den *secondary flightplan* hielt sie sich die Option für einen kurzfristigen Wechsel auf die Piste 33 offen, was im *takeoff briefing* auch angesprochen wurde. Sie handelte damit vorausschauend und im Sinne eines effizienten Betriebsablaufs.

In der Folge berechnete der Kommandant auf seinem EFB noch die *takeoff data* für einen Start ab der *intersection* GOLF der Piste 15 und der Copilot auf seinem EFB diejenigen ab der *intersection* HOTEL. Grundsätzlich war diese Idee vorausschauend, sie schaffte für die Flugbesatzung jedoch eine anspruchsvolle Ausgangslage. Die Flugbesatzung hatte damit vier Varianten für den Start vorbereitet. Im *primary flightplan* den Start ab Piste 15 *full length*; im *secondary flightplan* den Start ab *intersection* DELTA der Piste 33; im EFB des Kommandanten einen Start ab *intersection* GOLF der Piste 15 und im EFB des Copiloten einen solchen ab der *intersection* HOTEL.

Im vorliegenden Fall hätte ein Entscheid für einen *intersection takeoff* gemäss den Verfahrensvorgaben zur Folge gehabt, dass der Kommandant für den *intersection takeoff* HOTEL respektive der Copilot für den *intersection takeoff* GOLF noch eine unabhängige Berechnung auf seinem EFB hätte ausführen müssen. Anschliessend hätten die beiden berechneten Resultate verglichen werden müssen. In einem weiteren Schritt hätte der PF, kontrolliert durch den PNF, diese Resultate ins FMGS eingeben müssen. Es ist offensichtlich, dass diese Arbeitsschritte eine gewisse Zeit in Anspruch nehmen und nicht während des Rollens ausgeführt werden sollten. Somit dürfte es der Flugbesatzung bereits vor dem Verlassen des Standplatzes bewusst gewesen sein, dass sie einen während des Rollens gefällten Entscheid für einen *intersection takeoff* nicht kurzfristig würde umsetzen können.

Die Besatzung entschied sich während des Rollens kurzfristig für einen Start ab der *intersection* GOLF der Piste 15. Die oben erwähnten Arbeitsschritte wurden durch die Flugbesatzung nicht ausgeführt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Flugbesatzung gar nicht beabsichtigte, eine zweite unabhängige Berechnung der *intersection takeoff data* durchzuführen, weil sie bereits am Standplatz auf je einem EFB die *intersection takeoff data* berechnet hatte und vorsah, bei einem *intersection takeoff* nur noch die bereits berechneten *takeoff data* ins FMGS einzugeben.

Der Grund für das Nichteingeben der *takeoff data* ins FMGS mag darin liegen, dass die Flugbesatzung sich relativ kurzfristig dazu entschied, für den Start die *intersection* GOLF zu benutzen und deshalb unter Zeitdruck kam. Dazu beigetragen haben kann auch der Faktor, dass im Verfahrensablauf während des Rollens der Copilot nur bei einem *runway change* und erst noch stillschweigend (*silent*) die Eingabe der *takeoff data* überprüfen muss. Falls er diesen Punkt des Verfahrens noch vor dem Entscheid, die *intersection* GOLF zu benutzen, abgehakt hatte, so wäre diese Kontrolle wirkungslos geworden. In diesem Fall konnte der

Kommandant dies auch nicht bemerken, weil über diesen Punkt keine verbale Kommunikation erfolgt. Weiter ist es naheliegend, dass der Kommandant beim Punkt „*TAKEOFF BRIEFING...CONFIRM*“ den geplanten Start ab der *intersection* nicht ansprach, so wie es im entsprechenden Verfahrensablauf vorgesehen ist (vgl. Abbildung 4).

Der Zeitdruck hat sich zweifellos noch gesteigert, als die Flugbesatzung unerwartet früh die *line-up clearance* erhielt, war sie doch der Ansicht, dass das sich im Anflug befindende Flugzeug noch vor ihrem Start landen würde. Das Einrollen in die Startposition erfolgte, ohne auf dem Rollweg GOLF anzuhalten. Auch der Startlauf wurde eingeleitet ohne in der Startposition anzuhalten (*rolling takeoff*). Ob die gemäss Verfahrensvorgaben durchzuführenden Kontrollpunkte „*BEFORE TAKEOFF*“ unter diesem Zeitdruck vollständig abgearbeitet wurden, darf bezweifelt werden. Spätestens der letzte Punkt des Verfahrens „*TAKEOFF RUNWAY...CONFIRM*“ hätte die beiden Piloten darauf aufmerksam machen können, dass sie für den Start nicht die *intersection takeoff data* gesetzt hatten.

Auch beim Punkt „*TAKEOFF ALL GREEN*“ hätten die beiden Piloten bemerken können, dass sie die falschen Leistungswerte gewählt hatten, denn die nach dem letzten schweren Vorfall eingeführte *cautionbox* (vgl. Abbildung 8) im Verfahren „*BEFORE TAKEOFF*“ erwähnt noch einmal explizit, dass sowohl das „*Flex setting on upper ECAM DU*“ als auch die gewählte Piste in der MCDU kontrolliert werden müssen. Den beiden Piloten war diese *cautionbox* allerdings nicht bekannt.

Aufgrund seiner Erfahrung aus zahlreichen Starts auf dem Flughafen Basel-Mülhausen erkannte der Kommandant während des Startlaufs, dass die Zunahme der Geschwindigkeit im Verhältnis zur Position auf der Piste ungewöhnlich war. Er setzte daraufhin *TOGA power*, was der Situation angepasst war und eine bessere Ausgangslage für den nachfolgenden Steigflug schuf. Mit einem Blick auf die Geschwindigkeiten, die der Kommandant auf seinem EFB dargestellt hatte, erkannte er, dass die für einen Start ab *intersection* GOLF berechneten Geschwindigkeiten (*V1*, *VR*, *V2*) bereits erreicht waren. Aus diesem Grund leitete er unverzüglich durch Rotieren des Flugzeuges das Abheben ein. Der anschließende Steigflug wurde mit grossem Fluglagewinkel (*pitch*) durchgeführt. Dabei wurde der vom *flight director* vorgegebene maximale *pitch* von  $17.5^\circ$  um bis zu  $2^\circ$  überschritten, was wahrscheinlich der Reaktion aus der Situation heraus zuzuschreiben ist. Dieser hohe *pitch* hatte aber keinen negativen Einfluss auf den Steigflug.

Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang, dass der Kommandant die Rotation zum Abheben einleitete, bevor die im FMGS eingegebene Geschwindigkeit von 157 kt erreicht war. Gemäss seiner Aussage habe er mit einem Blick auf die für den *intersection takeoff* vorbereiteten *takeoff data* in seinem EFB festgestellt, dass die entsprechenden Geschwindigkeiten 20 kt tiefer lagen, so dass ein Abheben des Flugzeuges bei der gegenwärtig vorhandenen Geschwindigkeit von rund 140 kt bereits möglich war.

Das Verhalten respektive die Reaktion der Flugbesatzung auf das Bemerken der falsch gesetzten Triebwerkeleistung halfen, den Start erfolgreich durchzuführen. Gemäss den vorliegenden Berechnungen hätte das Flugzeug bei einem Startabbruch, der bei hoher Geschwindigkeit eingeleitet worden wäre, allerdings nicht mehr auf der Piste zum Stillstand gebracht werden können.

## 2.2.2 Flugbetriebsunternehmen

Die vom Flugbetriebsunternehmen publizierten Verfahrensabläufe sind in verschiedenen Handbüchern (*manuals*) festgehalten. Dies macht es für die Besat-

zungen nicht einfach, vollständige Verfahrensabläufe einfach zu überblicken und demzufolge in der Praxis umzusetzen. Es ist sicher zweckmässig, dass den Besatzungen im *quick reference handbook* (QRH), das als einziges Dokument in Papierform vorliegt, die wichtigsten Verfahrensschritte aufgelistet sind. Die beiden Anweisungen „*There is no need to use the QRH-Normal Operation chapters to perform the items. But it is allowed to use the QRH as a guideline, for example during (...)*“ (vgl. Kapitel 1.17.2) und „*Ensure that all items are completed in the correct sequence*“ sind im Zusammenhang mit wichtigen Verfahren hingegen nicht zweckmässig und lassen es zu, dass einmalige oder sogar wiederholte Fehler nicht entdeckt werden.

Prüflisten und wichtige Verfahren sollten in der Form eines *closed loop* „ansprechen, ausführen, kontrollieren“ und mit der nötigen verbalen Kommunikation abgearbeitet werden. Der vorliegend untersuchte schwere Vorfall zeigt exemplarisch, dass stillschweigend durchgeführte *checks* nur eine ungenügende gegenseitige Kontrolle ermöglichen. So bemerkte der Kommandant nicht, dass der vom Copiloten verlangte *check* der *takeoff data*, der insbesondere bei einem *runway change* auszuführen ist, nicht durchgeführt wurde. Umgekehrt bemerkte der Copilot nicht, dass der Kommandant kein revidiertes *takeoff briefing* vornahm. Eine gegenseitige diesbezügliche verbale Kommunikation hätte dies höchstwahrscheinlich verhindert (vgl. Abbildung 4 und 6).

Das Flugbetriebsunternehmen hat mit dem Einführen einer *cautionbox* (vgl. Abbildung 8) auf einen ähnlichen schweren Vorfall reagiert. Die in der *cautionbox* erwähnten Punkte sollten eine falsche Leistungssetzung verhindern. Der Versuch, das Problem zu lösen, indem den Besatzungen eine neue Vorschrift vorgegeben wird, die bei fehlerfreier Ausführung Erfolg verspricht, mag aus juristischer Sicht befriedigend erscheinen. Vom Standpunkt der Flugsicherheit aus gesehen ist dieser Ansatz hingegen wenig überzeugend: Es erscheint fraglich, ob die sechs zusätzlichen, stillschweigend und auswendig durchzuführenden Punkte eine zielführende Problemlösung darstellen. Denn einerseits sind sie in einer zeitkritischen Phase eine zusätzliche Belastung für die Flugbesatzung und andererseits bleibt dabei die gegenseitige Überwachung, die alleine eine markante Senkung der Fehleranfälligkeit mit sich bringen würde, einmal mehr ausgeschlossen.

Da beide Piloten diese *cautionbox* nicht kannten, stellt sich zudem die Frage, wie wirksam Verfahrensrevisionen im Flugbetriebsunternehmen durch die Flugbesatzungen verarbeitet werden respektive ob diesbezüglich Handlungsbedarf besteht. Es ist kaum anzunehmen, dass im Pilotenkorps des Flugbetriebsunternehmens nur gerade diese beiden Piloten, die dann zufällig zusammen als Flugbesatzung agierten, mit dieser zusätzlichen Handlungsanweisung nicht vertraut waren. Im vorliegenden Fall war damit ein letztes Sicherheitsnetz wirkungslos.

### 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

- Um die Rollzeit zu verkürzen, beabsichtigte die Flugbesatzung einen Start auf der Piste 33. In Betrieb war die Piste 15.
- Die Flugbesatzung erhielt bei der Routenfreigabe die Information, dass für den Start die Piste 15 vorgesehen sei und sie für die Benutzung der Piste 33 später nochmals anfragen solle.
- Nach Erhalt des *loadsheet* berechnete die Flugbesatzung die *takeoff data* für einen Start auf der Piste 15 (*full length*).
- Der Kommandant gab daraufhin diese Daten über die *multi purpose control and display unit* (MCDU) in den *primary flightplan* ein.
- Das Gleiche tat die Flugbesatzung für einen Start auf Piste 33 ab *intersection* DELTA und den *secondary flightplan*.
- Im Anschluss daran berechnete der Kommandant auf seinem EFB zusätzlich die *takeoff data* für einen Start ab der Rollwegabzweigung (*intersection*) GOLF der Piste 15 und der Copilot auf seinem EFB diejenigen für einen Start ab der *intersection* HOTEL.
- Zum Abschluss der Cockpitvorbereitungen führte die Flugbesatzung das *takeoff briefing* durch, dabei besprach sie einen Start auf Piste 15 (*full length*) und einen Start auf Piste 33, *intersection* DELTA.
- Da die Flugbesatzung nach Information des FVL für einen Start auf Piste 33 mit Verspätung rechnen musste, entschied sie sich für Piste 15 und erhielt in der Folge um 12:56:47 UTC die Rollfreigabe, auf dem Rollweg BRAVO zur Piste 15 zu rollen.
- Ein Flugzeug der Easyjet befand sich vor der BHP 2532 auf dem Rollweg BRAVO.
- Die Flugbesatzung der Easyjet meldete sich um 12:59:11 UTC bereit, um auf der Piste 15 ab der *intersection* GOLF zu starten.
- Daraufhin entschloss sich die Flugbesatzung der BHP 2532, ebenfalls um einen Start ab der *intersection* GOLF zu ersuchen.

- Nach Rückfrage erhielt die Flugbesatzung der BHP 2532 um 13:00:04 UTC die Freigabe: „(...) *line up one five Golf and wait (...)*.“ Die BHP 2532 befand sich zu diesem Zeitpunkt noch auf dem Rollweg BRAVO.
- Da sich noch ein anderes Flugzeug im Anflug befand, fragte die Flugbesatzung der BHP 2532 nach, ob sie den *line up* ausführen könne.
- Der FVL bestätigte dies um 13:00:41 UTC und um 13:01:08 UTC erhielt die Flugbesatzung die Freigabe zum Start. Die BHP 2532 befand sich zu diesem Zeitpunkt am Rollen in die Startposition.
- Ohne in der Startposition anzuhalten, leitete die Flugbesatzung den Startlauf ein (*rolling takeoff*).
- Die gesetzte Startleistung der Triebwerke basierte auf den Startberechnungen für die gesamte Pistenlänge von 3900 m. Ab der *intersection* GOLF stand für den Start eine Pistenlänge von 2370 m zur Verfügung.
- Während des Startlaufs empfand der Kommandant die Zunahme der Geschwindigkeit im Verhältnis zur Position auf der Piste als ungewöhnlich. Er bemerkte die falsch gesetzte Triebwerkleistung und erhöhte diese mit den Leistungshebeln auf die maximal mögliche.
- Die Geschwindigkeit betrug in diesem Moment 140 kt. Sie lag somit unter der Rotationsgeschwindigkeit für einen Start ab der Piste *15 full length* (157 kt) aber über derjenigen für einen Start ab *intersection* GOLF (136 kt).
- Der Kommandant begann das Flugzeug bei einer Geschwindigkeit von 150 kt und rund 790 m vor dem Pistenende zu rotieren – 250 m danach befand sich das Flugzeug auf einer Höhe von 35 ft. Der weitere Steigflug verlief ereignislos.

#### 3.1.4 Rahmenbedingungen

- Der Entscheid für einen *intersection takeoff* wurde kurzfristig während des Rollens getroffen.
- Die Verfahrensvorgaben sehen vor, dass während des Rollens der Copilot, insbesondere bei einem *runway change*, die *takeoff data* überprüfen muss.
- Überprüfungen während des Rollens werden durch die Piloten stillschweigend (*silent*) ausgeführt und stellen deshalb keinen *closed loop* dar.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den schweren Vorfall.

### 3.2 Ursachen

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

Folgende Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Verfahrensvorgaben, die eine stillschweigende (*silent*) Kontrolle essentieller Punkte verlangen und somit eine gegenseitige Überprüfung im Sinne des *closed loop* ausschliessen.
- Der Entscheid für einen *intersection takeoff* wurde kurzfristig getroffen.
- Eine neu eingeführte zusätzliche Überprüfung der in das Flugführungssystem eingegebenen Daten beim *line up* erwies sich als unwirksam, weil sie der Flugbesatzung nicht bekannt war.

## 4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

### Sicherheitsempfehlungen

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) sowie Artikel 17 der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt und zur Aufhebung der Richtlinie 94/56/EG richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, die darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) bezüglich Sicherheitsempfehlungen folgende Regelung vor:

#### *„Art. 48 Sicherheitsempfehlungen*

<sup>1</sup> *Die SUST richtet die Sicherheitsempfehlungen an das zuständige Bundesamt und setzt das zuständige Departement über die Empfehlungen in Kenntnis. Bei dringlichen Sicherheitsproblemen informiert sie umgehend das zuständige Departement. Sie kann zu den Umsetzungsberichten des Bundesamts zuhanden des zuständigen Departements Stellung nehmen.*

<sup>2</sup> *Die Bundesämter unterrichten die SUST und das zuständige Departement periodisch über die Umsetzung der Empfehlungen oder über die Gründe, weshalb sie auf Massnahmen verzichten.*

<sup>3</sup> *Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.“*

Die SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes oder von ausländischen Aufsichtsbehörden unter [www.sust.admin.ch](http://www.sust.admin.ch) und erlaubt so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

### Sicherheitshinweise

Als Reaktion auf während der Untersuchung festgestellte Sicherheitsdefizite kann die SUST Sicherheitshinweise veröffentlichen. Sicherheitshinweise werden formuliert, wenn eine Sicherheitsempfehlung nach der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 nicht angezeigt erscheint, formell nicht möglich ist oder wenn durch die freiere Form eines Sicherheitshinweises eine grössere Wirkung absehbar ist. Sicherheitshinweise der SUST haben ihre Rechtsgrundlage in Artikel 56 der VSZV:

#### *„Art. 56 Informationen zur Unfallverhütung*

*Die SUST kann allgemeine sachdienliche Informationen zur Unfallverhütung veröffentlichen.“*

### 4.1 Sicherheitsempfehlungen

Keine

## 4.2 Sicherheitshinweise

### 4.2.1 Robuste Verfahren

#### 4.2.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 6. Oktober 2014 bereitete die Besatzung des Flugzeug Airbus A320-214, eingetragen als HB-IOP, für den Flug mit dem Flugplankennzeichen BHP 2532 von Basel (LFBS) nach Djerba (DTTJ), Tunesien, vor. Die Piste 15 war in Betrieb. Die Besatzung berechnete die zu setzende Triebwerkleistung für die gesamte zur Verfügung stehende Pistenlänge von 3900 m und gab diese Daten in das zuständige System (*flight management and guidance system* – FMGS) im *primary flightplan* ein. Die berechneten Geschwindigkeiten V1, VR und V2 betrugen 157 kt. Im *secondary flightplan* gab die Besatzung die Daten für einen Start auf der Piste 33, ab Rollwegabzweigung DELTA ein. Noch vor dem Triebwerkstart berechnete der Kommandant auf seinem *electronic flight bag* (EFB) die Daten für einen Start ab der Rollwegabzweigung GOLF der Piste 15, was Geschwindigkeiten für V1, VR und V2 von 136 kt respektive 138 kt ergab. Der Copilot berechnete auf seinem EFB die Daten für einen Start ab der Rollwegabzweigung HOTEL der Piste 15.

Während des Rollens entschied sich die Besatzung kurzfristig für einen Start ab der Rollwegabzweigung GOLF, mit einer zur Verfügung stehenden Pistenlänge von 2370 m. Ohne nach dem Rollen in die Startposition anzuhalten, erfolgte der Start mit der Triebwerkleistung, die für die ganze Pistenlänge berechnet worden war. Diese Triebwerkleistung genügte den Anforderungen nicht, um bei Erreichen der Entscheidungsgeschwindigkeit den Start bei einem Triebwerkausfall innerhalb der verbleibenden Pistenlänge fortsetzen bzw. abbrechen zu können.

Während der Endphase des Startlaufs bemerkte der Kommandant die zu geringe Triebwerkleistung, erhöhte diese auf die maximal mögliche und begann bei einer Geschwindigkeit von 150 kt mit der Rotation des Flugzeuges, um abzuheben. Der anschliessende Steig- und Reiseflug verlief ereignislos.

Die Untersuchung zeigte, dass die Vorgaben des Flugbetriebsunternehmens vorsehen, dass während des Rollens essentielle Punkte wie die Bestätigung der Startpiste und die Kontrolle der ins FMGS eingegebenen Daten durch beide Piloten stillschweigend (*silent*) durchgeführt werden. So blieb von beiden Piloten unbemerkt, dass für den Start eine falsche Triebwerkleistung gesetzt war und nicht korrekte Geschwindigkeiten eingegeben waren.

Als Folge aus einem ähnlichen Vorfall ein Jahr zuvor hatte das Flugbetriebsunternehmen im Verfahren „*before takeoff*“ eine sogenannte *cautionbox* eingeführt. Diese beinhaltet für beide Piloten sechs *silent* auszuführende Prüfpunkte und sollte verhindern, dass mit falschen *takeoff data* gestartet wird. Der Besatzung war diese *cautionbox* nicht bekannt.

#### 4.2.1.2 Sicherheitshinweis Nr. 2

Die Flugbetriebsunternehmen sollten ihre Verfahren dahingehend optimieren, dass diese eine hohe Resilienz aufweisen. So kann beispielsweise durch Anwendung einer Arbeitsweise nach dem *closed-loop*-Prinzip sichergestellt werden, dass insbesondere bei Reaktion auf eine neue Situation Arbeitsfehler oder vergessene Arbeitsschritte im Ansatz erkannt und behoben werden können. Dabei sollte auch darüber nachgedacht werden, wie viel Kommunikation in einer Mehrpersonenbesatzung (*multi crew*) sinnvoll ist. Einerseits sollte nicht so viel Information ausgetauscht werden, dass es zu einer Übersättigung oder zu einem falschen Setzen von Prioritäten kommt. Andererseits sollte vermieden werden, dass

durch zu geringe Kommunikation Fehler unentdeckt bleiben oder wesentliche Informationen nicht allen Besatzungsmitgliedern bekannt sind.

#### 4.3 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Noch am gleichen Tag der Eröffnung der Untersuchung des schweren Vorfalls erliess das Flugbetriebsunternehmen die folgende Weisung und publizierte sie zuhänden aller Piloten des Flugbetriebsunternehmens (Hervorhebung im Originaltext):

*„Due to two company incidents in which takeoffs were performed with incorrect performance calculations / data entry in the FMS, **intersection takeoffs are now prohibited with immediate effect.** The investigation of one of the incidents has been completed by the Safety Manager and the second incident investigation is still in progress. Both incidents are being investigated by the [former] Swiss Accident Investigation Board.*

*The prohibition of intersection takeoffs will remain in force until the flight procedures are revised. The flight procedures are currently being reviewed and will be revised so that a robust procedure can be implemented which aims to avoid such errors being made by the crew.*

*For the purpose of this Readingfile, intersection takeoff means a takeoff from any other taxi way not linked to the beginning of the runway or leading to the normal point of takeoff of a runway in use. Notams and ATC instructions prohibiting a takeoff from the full length of the runway must be respected.*

*The layout of some aerodromes may make it difficult to determine whether or not you are performing an intersection takeoff. Below are some examples to assist you in adhering to this directive:*

*EDDL: Rwy 23L L1 and L2 permitted, L3 not permitted. Rwy 23R K1 permitted. Rwy 05R L9 permitted, L8 not permitted.*

*LSZH: Rwy 16 E1 permitted, E3 not permitted. Rwy 34 E9 permitted, E8 not permitted. LEPA: Rwy 24R H1 and H3 permitted.*

*LOWW: Use full length of the runway in use.*

*LIBR: Use full length of the runway in use.*

*LFSB: Use full length of the runway in use.*

*LWSK: Use full length of the runway in use.*

*GCTS: Rwy 08 B1 permitted, B2 not permitted. Rwy 26 B6 and B7 permitted.*

*Additionally the following policy will also be added to OM/A in the next revision and shall be adhered to immediately:*

*Performance or SID change: In order to enhance a safe taxi operation the flight crew shall delay all required modifications including performance calculations and briefings until the aircraft has come to a stop and the parking brake is set. Both flight crew members shall crosscheck and verify the performance calculation and entries in the FMS.”*

Weiter wurde den Besatzungen in einem *Reading File* mit Wirkung ab 29. Januar 2015 unter anderem Folgendes mitgeteilt:

*„(...). To increase the robustness of the procedures used in the taxi phase shortly before takeoff, a new set of callouts will be introduced as shown below. The new callouts will include a runway identification check together with a performance da-*



ta verification by both pilots just before entering the runway for departure, followed by the “takeoff check”.

Pilots are not required to reopen the performance module on the EFBs during this performance verification check. The verification shall rather be done by confirming that the data entered in the MCDU before ENG start are still applicable or that a change in conditions (runway, wx etc.), if applicable, has been correctly implemented.”

Effective from 29.01.2015:

<i>When cleared for lineup, before entering the runway:</i>		
<b>RWY ___ / INTERSECTION* ___ IDENTIFIED.....</b>	<b>ANNOUNCE</b>	<b>  CM1</b>
<b>CHECKED.....</b>	<b>ANNOUNCE</b>	<b>  CM2</b>
Both pilots confirm that the line up is performed on the intended runway / intersection.		
<b>PERFORMANCE VERIFIED.....</b>	<b>ANNOUNCE</b>	<b>  CM1</b>
<b>CHECKED.....</b>	<b>ANNOUNCE</b>	<b>  CM2</b>
<i>Both pilots confirm that the applied takeoff data correspond to the runway / intersection used for takeoff and the actual conditions.</i>		
<b>(PACKS OFF)* / TAKEOFF CHECK.....</b>	<b>ANNOUNCE</b>	<b>  CM1</b>
<b>TAKEOFF ALL GREEN / (PACKS OFF)*.....</b>	<b>ANNOUNCE</b>	<b>  CM2</b>
<b>TAKEOFF ALL GREEN / (PACKS OFF)*.....</b>	<b>ANNOUNCE</b>	<b>  CM1</b>
*If applicable		

In einem weiteren *Reading File* wird den Besatzungen unter anderem die Aufhebung der *intersection take off restriction* wie folgt mitgeteilt:

„Update 15.05.15: A SIRA (Safety Issue Risk Assessment) has been performed and with the change to our flight procedures which took place 29.01.15 and the time which the crews have had to become familiar with the new call outs, the measures which were taken are now considered to be sufficient to prevent reoccurrence. As such intersections take offs are now permitted.”

Zusätzlich wird folgende *policy* bekannt gegeben:

„Additionally the following policy will also be added to OM/A in the next revision and shall be adhered to immediately:

*Performance or SID change:*

*In order to enhance a safe taxi operation the flight crew shall delay all required modifications including performance calculations and briefings until the aircraft has come to a stop and the parking brake is set. Both flight crew members shall crosscheck and verify the performance calculation and entries in the FMS.”*

Payerne, 1. Dezember 2015

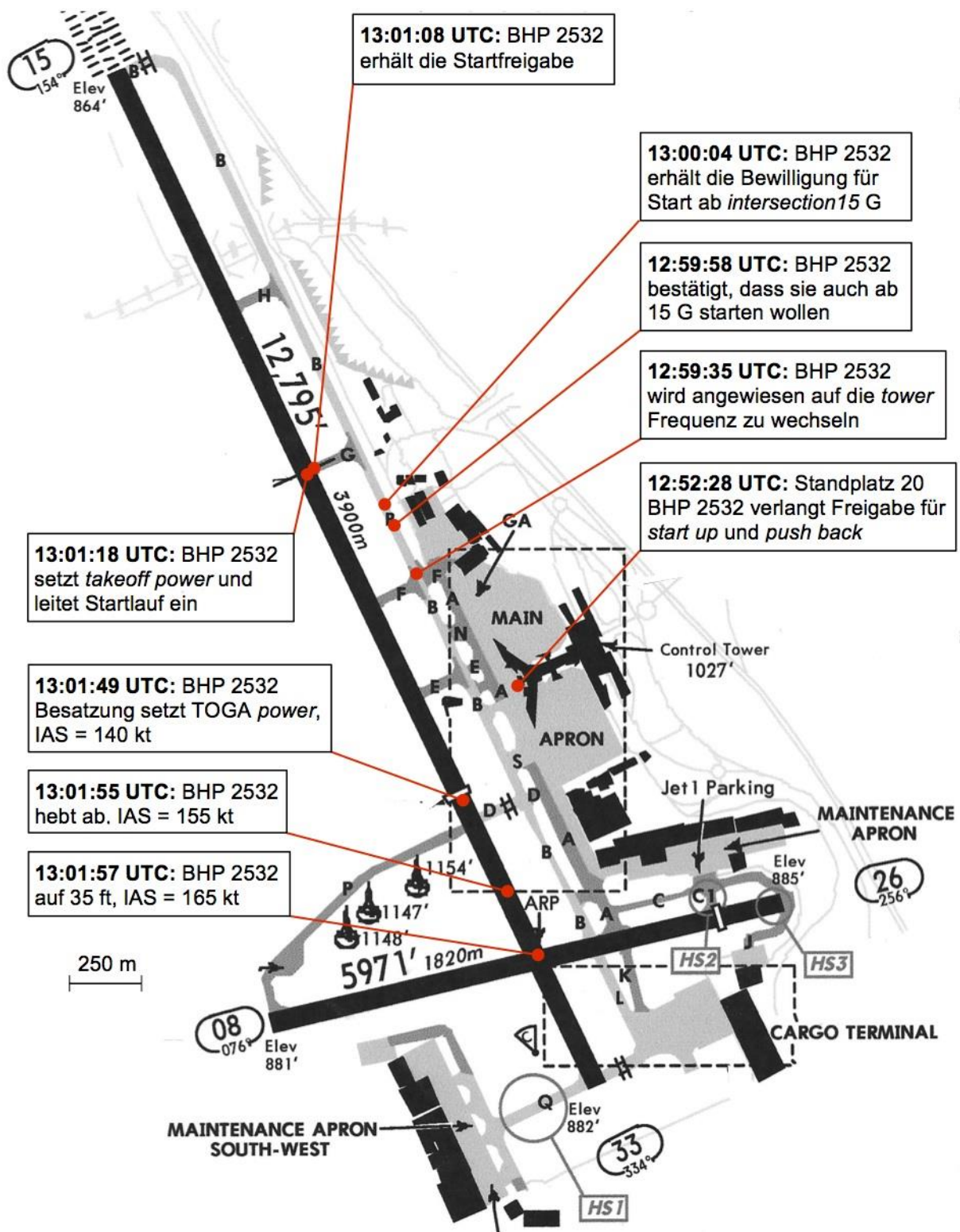
Untersuchungsdienst der SUST

*Dieser Schlussbericht wurde von der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 10 lit. h der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014).*

*Bern, 10. November 2015*

## Anlagen

## Anlage 1: Chronologie des schweren Vorfalles



**Abbildung 11:** Bearbeitete Kopie aus dem Jeppesen *manual* (10-9A); die roten Punkte zeigen die jeweilige Position des Flugzeuges BHP 2532 zum angegebenen Zeitpunkt. Start ab *intersection GOLF*.