



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. 2285 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall des Verkehrs-
flugzeuges A319-132, YU-APA,

vom 17. Oktober 2014

5.5 km nordwestlich des
Flughafens Zürich (LSZH)

Causes

L'incident grave est dû à l'initiation précipitée par l'équipage d'une approche présentant des risques, sans analyse préalable de la situation, après avoir arrêté le réacteur droit en raison d'une fuite dans le radiateur d'huile à refroidissement à air, peu de temps après le décollage.

Les facteurs suivants ont contribué à l'incident grave :

- Manque de coopération (*crew resource management*) entre les membres de l'équipage ;
- Non-respect de procédures systémiques et opérationnelles ;
- Expérience limitée de l'équipage sur le type d'avion.

L'enquête a établi les facteurs suivants non déterminants mais présentant néanmoins un risque de sécurité (*factors to risk*) dans la survenue et le déroulement de l'incident grave :

- Le réacteur n'a pas été arrêté immédiatement après l'apparition de l'alarme principale (*master warning*) ;

L'équipage a exécuté l'atterrissage sans n'avoir reçu ni demandé une autorisation d'atterrissage.

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 (MSEZ) als Normalzeit (*local time* – LT). Die Beziehung zwischen LT, MSEZ und UTC lautet:
LT = MSEZ = UTC + 2 h.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	6
Untersuchung	6
Kurzdarstellung	6
Ursachen	7
Sicherheitsempfehlungen	7
1 Sachverhalt	8
1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf	8
1.1.1 Allgemeines.....	8
1.1.2 Vorgeschichte.....	8
1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls.....	8
1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls.....	14
1.2 Personenschäden	14
1.2.1 Verletzte Personen.....	14
1.2.2 Staatsangehörigkeit der Insassen des Luftfahrzeuges.....	14
1.3 Schaden am Luftfahrzeug	14
1.4 Drittschaden	14
1.5 Angaben zu Personen	15
1.5.1 Flugbesatzung.....	15
1.5.1.1 Kommandant.....	15
1.5.1.1.1 Allgemeines.....	15
1.5.1.1.2 Zusätzliche Angaben.....	15
1.5.1.2 Copilot.....	15
1.5.1.2.1 Allgemeines.....	15
1.5.1.2.2 Zusätzliche Angaben.....	16
1.5.2 Mitarbeiter der Flugsicherung.....	16
1.5.2.1 Flugverkehrsleiter ADC.....	16
1.5.2.2 Flugverkehrsleiter DEP.....	16
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug	16
1.6.1 Allgemeine Angaben.....	16
1.6.2 Anzeigen im Cockpit.....	17
1.6.3 Systembeschreibung.....	18
1.6.3.1 Die Störklappen.....	18
1.6.3.2 Triebwerkkomponenten.....	18
1.6.3.2.1 Allgemeines zur Ölkühlung.....	18
1.6.3.2.2 Vorgeschichte.....	19
1.7 Meteorologische Angaben	21
1.7.1 Allgemeine Wetterlage.....	21
1.7.2 Wetter zur Zeit und am Ort des schweren Vorfalls.....	21
1.7.3 Astronomische Angaben.....	22
1.7.4 Flugplatzwettermeldungen.....	22
1.8 Navigationshilfen	23
1.9 Kommunikation	23
1.10 Angaben zum Flughafen	23
1.10.1 Allgemeines.....	23
1.10.2 Pistenausrüstung.....	23
1.10.3 Rettungs- und Feuerwehrdienste.....	23
1.11 Flugschreiber	24
1.11.1 Flugdatenschreiber.....	24
1.11.2 Sprach- und Geräuschaufzeichnungsgerät.....	24

1.12	Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle	24
1.13	Medizinische und pathologische Feststellungen.....	24
1.14	Feuer	24
1.15	Überlebensaspekte.....	24
1.16	Versuche und Forschungsergebnisse	24
1.17	Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	25
1.17.1	Flugbetriebsunternehmen.....	25
1.17.1.1	Allgemeines	25
1.17.1.2	Allgemeine Verfahrensvorgaben	25
1.17.1.3	Flugzeugspezifische Verfahrensvorgaben im OM B	27
1.17.1.4	Flugzeugspezifische Verfahrensvorgaben im FCOM.....	34
1.17.1.5	Verfahrensvorgaben im QRH	38
1.17.1.6	Verfahrensvorgaben im Trainingsmanual	39
1.18	Zusätzliche Angaben.....	40
1.18.1	Landungen ohne Freigabe	40
1.19	Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken.....	41
2	Analyse	42
2.1	Technische Aspekte	42
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte	42
2.2.1	Allgemeines	42
2.2.2	Flugbesatzung	42
2.2.3	Flugbetriebsunternehmen.....	45
2.2.4	Flugverkehrsleitung	46
3	Schlussfolgerungen.....	47
3.1	Befunde	47
3.1.1	Technische Aspekte	47
3.1.2	Besatzung.....	47
3.1.3	Verlauf der schweren Vorfalls.....	47
3.1.4	Rahmenbedingungen	48
3.2	Ursachen	49
4	Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfalle getroffene Massnahmen	50
4.1	Sicherheitsempfehlungen.....	50
4.2	Sicherheitshinweise	50
4.3	Seit dem schwerem Vorfalle getroffene Massnahmen	50
Anlagen	51	
Anlage 1: Standardabflugverfahren DEGES 2L.....	51	
Anlage 2: Flugweg und Flugverlauf der YU-APA	52	
Anlage 3: Flugverlauf nach dem Start.....	53	
Anlage 4: Flugverlauf beim Eindrehen und Fliegen des Endanfluges	54	
Anlage 5: Verfahren gemäss QRH	55	

Schlussbericht

Zusammenfassung

Eigentümer	CIT Aerospace International, Dublin, Irland
Halter	Air Serbia a.d. Belgrad, Republik Serbien
Hersteller	Airbus, Toulouse, Frankreich
Luftfahrzeugmuster	Airbus A319-132
Eintragungsstaat	Serbien
Eintragungszeichen	YU-APA
Flugnummer	JU 371
Flugplankennzeichen	ASL 371
Funkrufzeichen	„Air Serbia three seven one“
Ort	5.5 km nordwestlich des Flughafens Zürich (LSZH)
Datum und Zeit	17. Oktober 2014, 08:40 UTC

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 17. Oktober 2014 um 08:40 UTC. Die Meldung traf gleichentags um 11:34 UTC bei der damaligen Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle ein. Da die Vorabklärungen zeigten, dass der Flugverlauf im Anschluss an das Abstellen eines Triebwerks mit Risiken in betrieblicher Hinsicht behaftet war, eröffnete diese deshalb am 13. November 2014 um 09:00 UTC eine Untersuchung und informierte folgende Staaten auf den Meldewegen über den schweren Vorfall: Republik Serbien (CDA Serbia), Frankreich (BEA France) und die Vereinigten Staaten von Amerika (NTSB). Alle drei Staaten ernannten je einen bevollmächtigten Vertreter, die an der Untersuchung mitgewirkt haben.

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

Kurzdarstellung

Das Flugzeug Airbus A319-132, eingetragen als YU-APA, startete am 17. Oktober 2014 um 08:39 UTC unter Flugplankennzeichen ASL 371 zu einem Linienflug von Zürich (LSZH) nach Belgrad (LYBE). Auf diesem Flug steuerte der Copilot das Flugzeug.

Bedingt durch ein Leck im luftgekühlten Ölkühler des rechten Triebwerks (*right engine* – ENG 2) ging Öl verloren und der Öldruck sank rapide. Eine Minute nach dem Abheben wurde die entsprechende Warnmeldung generiert. Der Kommandant verlangte umgehend eine Rückkehr nach Zürich. In der Folge wurde ENG 2 abgestellt.

ASL 371 bekam auf Verlangen eine Steuerkursangabe nach Osten und anschliessend die Freigabe für einen Sichtanflug (*visual approach*) auf die Piste 28. Bis zum Eindrehen auf die Pistenachse flog das Flugzeug auf einer Höhe von 7000 ft QNH mit einer konstanten angezeigten Geschwindigkeit von 250 kt. Beim Eindrehen auf die Pistenachse querte ASL 371 dieselbe, wobei eine Querlage von 37 Grad erreicht wurde.

Nach einem unstabilierten Anflug, bei dem das verbleibende Triebwerk sich während des ganzen Endanfluges und bis zum Aufsetzen auf der Piste im Leerlauf (*idle*) befand, setzte das Flugzeug 320 m nach der Pistenschwelle auf. Die nicht armierten *ground spoilers* fuhren 7 Sekunden später systembedingt aus, als die Schubumkehr (*reverse*) betätigt wurde. Das Flugzeug kam rund 60 m nach der Kreuzung der Piste 28 mit der Piste 16 zum Stillstand und rollte anschliessend aus eigener Kraft zum Standplatz. Besatzung und Passagiere konnten das Flugzeug auf normalem Weg verlassen.

Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass die Flugbesatzung überhastet und ohne vorausgehende Situationsanalyse einen risikobehafteten Landeanflug einleitete, nachdem sie aufgrund eines Lecks im luftgekühlten Ölkühler kurz nach dem Start das rechte Triebwerk abgestellt hatte.

Die folgenden Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Mangelnde Zusammenarbeit (*crew resource management*) der Flugbesatzung;
- Nicht-Befolgen von systemtechnischen und betrieblichen Vorgaben;
- Geringe Erfahrung der Flugbesatzung auf dem Vorfallmuster.

Die Untersuchung hat folgende Faktoren ermittelt, welche die Entstehung und den Verlauf des schweren Vorfalls zwar nicht beeinflusst haben, die aber dennoch ein Sicherheitsrisiko (*factors to risk*) darstellen:

- Nicht sofortiges Abstellen des Triebwerks nach erfolgter Warnmeldung (*master warning*);
- Die Flugbesatzung landete das Flugzeug, ohne eine Landefreigabe erhalten oder verlangt zu haben.

Sicherheitsempfehlungen

Im Rahmen der Untersuchung wurde keine Sicherheitsempfehlung ausgesprochen.

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs, der Radardaten und der beiden Flugschreiber sowie die Aussagen von Besatzungsmitgliedern und Flugverkehrsleitern verwendet.

Es handelte sich um einen Linienflug von Zürich (LSZH) nach Belgrad (LYBE) nach Instrumentenflugregeln (*instrument flight rules* – IFR). Während des gesamten Fluges war der Copilot als fliegender Pilot (*pilot flying* – PF) und der Kommandant als überwachender Pilot (*pilot monitoring* – PM), in den entsprechenden Unterlagen auch als *pilot not flying* (PNF) bezeichnet, eingesetzt.

1.1.2 Vorgeschichte

Die Besatzung startete mit dem Flugzeug Airbus A319, eingetragen als YU-APA, am Morgen des 17. Oktober 2014 um 06:27 UTC in Belgrad (LYBE) zu einem Linienflug nach Zürich (LSZH). Nach einem ereignislosen Flug erfolgte die Landung in Zürich um 07:18 UTC und fünf Minuten später befand sich das Flugzeug am Standplatz.

Die Flugbesatzung bereitete anschliessend das Flugzeug für den Rückflug nach Belgrad vor. Nach dem Betanken befanden sich 8030 kg Treibstoff an Bord. Die Beladung des Flugzeuges verlief normal und um 08:04:02 UTC verlangte die Flugbesatzung die Freigabe für den Flug nach Belgrad, die wie folgt erteilt wurde: „*Air Serbia three seven one Delivery hello, runway three two, cleared to Belgrade via DEGES two Lima departure, squawk three zero one seven*“. Der Flugweg der Standardinstrumentenabflugroute (*standard instrument departure* – SID) DEGES 2L folgt 2 NM der Pistenachse und führt dann in einer leichten Rechtskurve bis 4 NM dem Kurs (*track*) 330 Grad und weiter in einer Linkskurve zurück über den Platz (vgl. Anlage 1). Die Besatzung quittierte diese Freigabe und nach einer entsprechenden Rückfrage des Flugverkehrsleiters (FVL) sagte die Flugbesatzung, dass sie in fünf Minuten für den Triebwerkstart bereit sei. Sechs Minuten später erkundigte sich der FVL bei der Flugbesatzung, wann sie bereit sein werde. Diese antwortete wie folgt: „*Air Serbia, we have a small technical problem and call you in a minute.*“ Nach Aussage der Flugbesatzung war die externe Stromversorgung (*external power*) unterbrochen worden.

Um 08:15:31 UTC meldete sich die Flugbesatzung zum Triebwerkstart bereit. Sie wurde angewiesen, für den Triebwerkstart und das Zurückstossen (*push back*) *Zurich Apron* aufzurufen. Das Zurückstossen begann um 08:25 UTC.

Nach erfolgtem Triebwerkstart und dem Rollen auf dem südlichen Flughafenteil meldete sich die Flugbesatzung um 08:33:33 UTC beim FVL von *Zurich Ground*, um die Erlaubnis zum Queren der Piste 28 zu erhalten.

Nach erfolgtem Queren der Piste 28 und dem Melden beim FVL von *Zurich Tower* erhielt die Flugbesatzung um 08:37:16 UTC die Freigabe zum Rollen in die Startposition (*line up*) auf der Piste 32.

1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

Die Flugbesatzung des Flugzeuges Airbus A319, eingetragen als YU-APA, mit dem Flugplankennzeichen ASL 371 und dem Funkrufzeichen „*Air Serbia three seven one*“ erhielt am 17. Oktober 2014 um 08:38:45 UTC die Freigabe für einen

Start auf der Piste 32. An Bord befanden sich 2 Piloten, 4 Kabinenbesatzungsmitglieder und 119 Passagiere.

Um 08:38:57 UTC schob der Copilot die Leistungshebel in die Startstellung, die Startleistung wurde 15 Sekunden später erreicht. Die Aufzeichnungen zeigen in dieser Phase einen Anstieg des Öldrucks am linken Triebwerk (*left engine* – ENG 1) auf 308 PSI respektive 289 PSI am rechten Triebwerk (*right engine* – ENG 2); gleichzeitig sank die Ölquantität des ENG 1 auf 16.5 quarts (QTS) respektive 15.75 QTS beim ENG 2; letztere nahm in der Folge rasch weiter ab.

Um 08:39:42 UTC hob das Flugzeug ab, 3 Sekunden später verlangte der Copilot das Einfahren des Fahrwerks und nach weiteren 12 Sekunden wurde der Autopilot 2 zugeschaltet. Die Aufzeichnungen zeigen beim Abheben eine Ölquantität von 4.25 QTS für ENG 2 und um 08:40:05 UTC eine solche von 0 QTS. Wenig später, um 08:40:21 UTC, brachte der Copilot die Leistungshebel in die Stellung für den weiteren Steigflug (*climb* – CL) und 3 Sekunden später begann der Öldruck von ENG 2 von 170 PSI rapide auf 65 PSI zu sinken, während der Öldruck von ENG 1 konstant bei 230 PSI lag. Die Besatzung hatte in der Zwischenzeit auf die Frequenz zu *Zurich Departure* gewechselt.

Um 08:40:40 UTC wurde im Cockpit die Warnmeldung (*master warning*) ENG 2 OIL LO PR generiert und auf der Triebwerk- und Warnanzeige (*engine and warning display* – E/WD)¹ angezeigt, verbunden mit einem akustischen Warnton (*continuous repetitive chime* – CRC). Der Öldruck zeigte zu diesem Zeitpunkt einen sinkenden Wert von 59 PSI an. Das Flugzeug befand sich dabei auf einer Höhe von 3900 ft QNH im Steigflug.

Der Kommandant sprach diese Meldung auf dem ECAM umgehend an. Der Copilot bestätigte dies und sagte gleichzeitig „*I have control*“. Nur wenige Sekunden später, um 08:40:56 UTC verlangte der Kommandant, ohne vorher mit dem Copiloten Rücksprache genommen zu haben, von der Flugverkehrsleitung folgende Freigabe: „*Air Serbia uh three seven one, request immediately return to the airport please.*“ Der FVL erteilte umgehend die Freigabe zu einer Rechtskurve auf einen Steuerkurs (*heading* – HDG) von 50 Grad. Diese Meldung wurde vom Kommandanten um 08:41:10 UTC wie folgt quittiert: „*Right heading zero five zero, Air Serbia three seven one, request radar vectoring, we have a problem with engine two and please priority landing.*“ In der Folge erteilte der FVL um 08:41:26 UTC der Flugbesatzung folgende Anweisung: „*Air Serbia three seven one roger, then expect vectors ILS runway two eight, I say again runway two eight, about twenty-five track miles. Make it a right turn heading zero niner zero*“, was vom Kommandanten bestätigt wurde.

Um 08:41:34 UTC, auf einer Flughöhe von 5400 ft QNH, wurden die Landeklappen (*flaps*) und die Vorflügel (*slats*) eingefahren. Die Störklappen (*spoilers*), die für einen eventuellen Startabbruch armiert worden waren, blieben armiert.

Um 08:41:37 UTC fragte der Kommandant den Copiloten, ob er das ECAM-Verfahren abarbeiten solle (vgl. Kapitel 1.17.1.4). Der Copilot beantwortete dies bejahend mit der Bemerkung, dass er den Steigflug beenden werde.

Um 08:41:44 UTC begann der Kommandant mit dem Abarbeiten des ECAM-Verfahrens. In Absprache mit dem Copiloten wurde um 08:41:53 UTC, also 1 Min und 13 Sekunden nachdem die ECAM-Warnung ENG 2 OIL LO PR angezeigt worden war, der rechte Schubhebel (*thrust lever*) in die Leerlaufstellung (*idle*) zurückgenommen. Gleichzeitig informierte der FVL die Flugbesatzung wie folgt: „[unverständlich] *Air Serbia three seven one you can stop climb now at six thousand feet,*

¹ Dieser Bildschirm ist Teil des *electronic centralized aircraft monitoring* (ECAM) (vgl. Kapitel 1.6.2)

whatever it's fine for you". 10 Sekunden später gab der FVL folgende Anweisung: „*Air Serbia three seven one stop climb at seven thousand feet*“, die er 5 Sekunden später wiederholte. Die Flugbesatzung quittierte diese Anweisung nicht. Die Aufzeichnungen zeigen, dass der Kommandant um 08:42:03 UTC die ECAM-Anweisung ENG MASTER OFF ansprach. Er wiederholte diese Anweisung und nach Absprache mit dem Copiloten wurde um 08:42:15 UTC, 1 Minute und 35 Sekunden nachdem die Warnmeldung auf der EWD angezeigt worden war, der ENG 2-Hauptschalter (*master switch*) in die Position OFF gebracht. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt im Steigflug auf einer Flughöhe von 6440 ft QNH mit einer angezeigten Geschwindigkeit (*indicated airspeed – IAS*) von 214 kt und einer Geschwindigkeit gegenüber dem Boden (*ground speed – GS*) von 260 kt. Während dieser Phase wurden der akustische Warnton (*single chime*) und die Warnmeldung (*master caution*) fünf Mal ausgelöst² und die Warnmeldung AUTO FLT A/THR LIMITED blieb auf der EWD angezeigt. Die Gesprächsaufzeichnungen zeigen, dass sich der Kommandant mit den Punkten des Verfahrens „*engine shut down*“ (vgl. Kapitel 1.17.1.4, ENG 2 SHUT DOWN) befasste. Um 08:42:26 UTC wurde der *thrust lever* von ENG 1 in die Position *maximum continuous thrust* (MCT) gebracht.

Um 08:42:38 UTC rief der FVL die Flugbesatzung wie folgt auf: „*Air Serbia three seven one expect a line-up end at twelve miles, twenty-five miles from touchdown, are you ready for approach ILS two eight?*“ Die Flugbesatzung antwortete um 08:42:51 UTC wie folgt: „*Uh yes we are ready and uh...please radar vectoring for runway two eight, uh maybe we will prefer from this position visual approach for two eight.*“ Der FVL kam diesem Wunsch nach und gab der Flugbesatzung die Anweisung, in diesem Falle nach rechts auf ein HDG von 130 Grad zu drehen, was von der Flugbesatzung umgehend quittiert wurde.

Um 08:43:29 UTC erteilte der FVL der Flugbesatzung die Freigabe, nach 5000 ft QNH abzusinken, was umgehend quittiert wurde. Gemäss den Flugdatenaufzeichnungen wurde diese Höhe von der Flugbesatzung nicht in die Steuerwerkeinheit (*flight control unit – FCU*) eingegeben. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt auf einer Höhe von 7000 ft QNH mit einer IAS von 238 kt und einer GS von 286 kt, rund 7 NM nordnordöstlich der Pistenschwelle der Piste 28 (vgl. Anlage 2).

Der Copilot verlangte um 08:44:09 UTC die *after takeoff/climb checklist* (vgl. Kapitel 1.17.1.5), die von der Flugbesatzung umgehend abgearbeitet wurde. Der Kommandant erwähnte in der Folge ein *approach briefing* und bemerkte gegenüber dem Copiloten, dass es das Beste wäre, von ihrer Position aus einen Sichtanflug (*visual approach*) auf die Piste 28 durchzuführen. Der Copilot intervenierte nicht, gab jedoch später zur Aussage, dass er persönlich, wenn immer möglich, einen Instrumentenanflug bevorzuge, weil dieser präziser und entspannter geflogen werden könne. Der Kommandant sagte später aus, dass er bewusst in Sichtwetterbedingungen (*visual meteorological conditions – VMC*) bleiben wollte, um jederzeit im Gleitflug landen zu können, sollte auch das zweite Triebwerk noch ausfallen. Zusätzlich sagte er, dass er in keinen Warteraum (*holding*) habe fliegen wollen, um die *windmilling time* des abgestellten Triebwerks wegen möglicher Gefahr von Feuer so kurz wie möglich zu halten.

Auf die Frage des FVL, ob die Flugbesatzung Sichtkontakt zur Piste 28 habe, antwortete diese um 08:44:25 UTC: „*Yes, we are ready for visually two eight, because we have one engine out and I think it's the best thing to do visual approach from*

² Der akustische Warnton (*single chime*) und die Warnmeldung (*master caution*) werden bei bleibender ECAM-Anzeige alle fünf Sekunden aktiviert, solange sich beim „*single engine*“-Betrieb der entsprechende Leistungshebel noch unterhalb der Stellung für die maximal mögliche Leistungssetzung ohne Zeitlimite (*maximum continuous thrust – MCT*) befindet.

this position.” Hierauf gab der FVL die Anweisung, nach rechts auf HDG 250 zu drehen für einen *visual approach*, was die Flugbesatzung quittierte. Die Aufzeichnungen zeigen, dass um 08:44:40 UTC der Hauptschalter (*master switch*) des Hilfsaggregats (*auxiliary power unit – APU*) in die Stellung ON³ gebracht wurde.

Um 08:44:48 UTC erteilte der FVL die folgende Freigabe: „*Air Serbia three seven one, you are cleared for visual approach runway two eight, you are number one, there is one aircraft at three miles but that is doing a go-around.*” Einige Sekunden später informierte der FVL die Flugbesatzung darüber, dass die Feuerwehr bereit sein würde. Die betroffenen FVL sagten später aus, dass ihnen auch ohne Dringlichkeitsmeldung (PAN PAN) oder Notmeldung (MAYDAY) bewusst war, dass es sich aufgrund der Meldung eines Triebwerkausfalls mit dem Verlangen einer sofortigen Rückkehr zum Flughafen um einen Notfall handeln musste. Sie hatten deshalb den restlichen Flugverkehr entsprechend organisiert, um die Piste 28 für den Flug ASL 371 freizuhalten. Das führte zu einigen Durchstarts, Frequenzwechseln und Anweisungen zur Änderung von Flugwegen.

Die Aufzeichnungen zeigen, dass um 08:44:57 UTC ein HDG von 250 Grad und gleichzeitig eine Höhe von 3000 ft QNH in der FCU selektiert wurde. Das Flugzeug befand sich immer noch mit zugeschaltetem Autopiloten auf einer Flughöhe von 7000 ft QNH mit einer IAS von 252 kt.

Die Gesprächsaufzeichnungen zeigen um 08:45:11 UTC, dass im Sinne eines *approach briefing* gesprochen wurde. Die Sprache wechselte zwischen Englisch und Serbisch und es wurde bestätigt, dass das „*seat belt*“-Zeichen eingeschaltet war. Eine Information an die Kabinenbesatzung oder die Passagiere war bis zu diesem Zeitpunkt nicht erfolgt.

Um 08:45:27 UTC, in der Rechtskurve auf den Endanflug wurde der Autopilot bei einer Höhe von 6500 ft QNH und einer IAS von 250 kt ausgeschaltet. In der Folge diskutierte die Flugbesatzung über den Gebrauch der Luftbremsen (*speed brakes*). Die hohe Geschwindigkeit wurde angesprochen und es wurde festgestellt, dass das Flugzeug für den Anflug etwas hoch sein würde. In dieser Rechtskurve wurde um 08:45:35 UTC die Querlage von 30° überschritten, ein entsprechender Ausruf des PM erfolgte nicht. Um 08:45:42 UTC querte das Flugzeug die Anflugachse der Piste 28 mit einer IAS von 250 kt auf einer Flughöhe von 6150 ft QNH und damit rund 1750 ft über dem nominalen ILS/PAPI⁴-Gleitweg von 3.3°. Die Distanz zur Pistenschwelle betrug 8.8 NM. Weitere 3 Sekunden später erreichte die Querlage des Flugzeuges den Maximalwert von 37.27°.

Mit einer Querlage von 34.5° wurden um 08:45:59 UTC zusätzlich die *speed brakes* ausgefahren. Das führte gleichzeitig dazu, dass die immer noch armierten *ground spoilers* desarmiert wurden. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt rund eine halbe nautische Meile südlich der Pistenachse auf einer Flughöhe von 5820 ft QNH mit einer IAS von 241 kt. Die maximale Sinkrate erhöhte sich bis auf 2880 ft/min. Die Querlage von über 30 Grad wurde bis 08:46:05 UTC beibehalten.

Nur 4 Sekunden später, um 08:46:09 UTC wurde auf einer Flughöhe von 5424 ft QNH und einer IAS von 242 kt das Fahrwerk⁵ ausgefahren. Die Anzeige des Gleitweges des Instrumentenlandesystems auf die Piste 28 befand sich im unteren

³ Wird der *master switch* gedrückt, erscheint auf dem Bildschirm für die Systemanzeigen (*system display – SD*) automatisch die *APU-page* (vgl. Kapitel 1.6.2). Diese verschwindet wieder, wenn der *START-pushbutton* gedrückt wurde und die APU für mehr als 10 Sekunden 95 % der Nenndrehzahl erreicht oder wenn der *master switch* in die Stellung OFF gebracht wurde.

⁴ PAPI: *precision approach path indicator* (PAPI)

⁵ Die maximale Geschwindigkeit zum Ausfahren des Fahrwerks beträgt gemäss Flugzeughersteller 250 kt.

Endanschlag (*full scale deflection*) (vgl. Anlage 4). Das Flugzeug befand sich immer noch rund 1700 ft über dem nominalen Gleitweg von 3.3°. Der Kommandant sagte später aus, dass sie sich bewusst gewesen wären, über dem Gleitweg zu sein. Für ihn wäre es aber gut gewesen, weil einerseits das Triebwerk in Leerlaufposition wenig Giermoment (*yaw moment*) erzeugt habe und zusätzlich auch beim Ausfall des verbleibenden Triebwerks leicht hätte gelandet werden können.

Um 08:46:26 UTC fragte der FVL die Flugbesatzung: „*Air Serbia three seven one, you are six miles from touchdown, can you make it a straight in? You're a bit high.*“ Die Flugbesatzung antwortete mit: „*Roger, we are ready.*“ 5 Sekunden später wurden die Klappen in die Position 1⁶ ausgefahren. Die Flughöhe betrug 4568 ft QNH und lag damit rund 1100 ft über dem nominalen Gleitweg. Die Geschwindigkeit betrug 224 kt. Der FVL wies die Flugbesatzung um 08:46:37 UTC an, auf die Platzfrequenz zu wechseln. Die Flugbesatzung quittierte dies, meldete sich jedoch bis nach der Landung nicht beim Flugverkehrsleiter *Aerodrome Control* (ADC).

Die Frage des Kommandanten, ob die Geschwindigkeit eingehalten werden könne, bejahte der Copilot und er erwähnte, dass die *speed brakes* noch ausgefahren seien. Auf die weitere Frage des Kommandanten, ob er mit den Landeklappen (*flaps*) in der Stellung 3 oder *full* landen wolle, antwortete er mit 3. Um 08:46:40 UTC wurde für die Wirkung der Bremsen (*autobrakes*) nach der Landung mit dem entsprechenden Druckschalter (*pushbutton*) die Position LO⁷ gewählt.

Das Flugzeug war auf der Pistenachse ausgerichtet, als um 08:47:18 UTC die Landeklappen in die Position 2⁸ ausgefahren wurden. Das Flugzeug befand sich in diesem Moment auf einer Flughöhe von 2676 ft QNH, die IAS betrug 195 kt und die Sinkrate 1320 ft/min. Der Funk-Höhenmesser (*radio altimeter* – RA) zeigte eine Funkhöhe (*radio height* – RH) von 1116 ft. Das Passieren von 1000 ft RH wurde von der Flugbesatzung nicht angesprochen.

Nur wenige Sekunden später, um 08:47:32 UTC wurden die Klappen in die Stellung 3⁹ ausgefahren. Die RH betrug 878 ft, die IAS 176 kt und die Sinkrate 1022 ft/min. 6 Sekunden später, auf einer RH von rund 720 ft, ertönte ein akustischer Warnton (*single chime*) zusammen mit der Anzeige „SPD BRK NOT RETRACTED“. Der Copilot antwortete umgehend mit: „*Flight controls, speed brakes still out.*“ Um 08:47:44 UTC wurden die *speed brakes* eingefahren. Die *ground spoilers* wurden in der Folge für die Landung nicht armiert. Eine kurze Diskussion über die bevorstehende Landung fand statt und um 08:47:47 UTC verlangte der Copilot die *landing checklist*, die vom Kommandanten umgehend begonnen wurde (vgl. Kapitel 1.17.1.5).

Um 08:47:50 UTC ertönte der automatische *call out* „*one hundred above*“, gefolgt 7 Sekunden später vom *call out* „*Minimum*“. Die Aufzeichnungen zeigen zu diesem Zeitpunkt eine RH von 600 ft.

Wenige Sekunden später rief der Kommandant den letzten Punkt der *landing checklist* „*ECAM memo*“ aus, worauf der Copilot mit „*landing imbalance monitor*

⁶ Die maximale Geschwindigkeit zum Ausfahren der Landeklappen in die Position 1 beträgt gemäss Flugzeughersteller 230 kt.

⁷ Für die Bremswirkung stehen drei Stufen zur Verfügung. Die Stufen *low* (LO), *medium* (MED) und *maximum* (MAX), wobei die Stufe MAX im Flug nicht armiert werden kann. Das System wird nach der Landung wirksam, wenn die *ground spoilers* ausfahren (vgl. Kapitel 1.6.3.1).

⁸ Die maximale Geschwindigkeit zum Ausfahren der Landeklappen in die Position 2 beträgt gemäss Flugzeughersteller 200 kt.

⁹ Die maximale Geschwindigkeit zum Ausfahren der Landeklappen in die Position 3 beträgt gemäss Flugzeughersteller 185 kt.

checked“ und nicht wie verfahrensgemäss vorgesehen mit „*landing no blue*“ antwortete. Zeitverzugslos ist auf den Aufzeichnungen um 08:48:02 UTC der automatische *call out* „*five hundred*“ hörbar, jedoch nicht die zugehörigen Ausrufe der Flugbesatzung (vgl. Abbildung 12). Das Flugzeug befand sich dabei auf einer RH von 500 ft, hatte eine Sinkrate von 1115 ft/min und eine IAS von 149 kt. Diese lag somit 9 kt über der korrekten Anfluggeschwindigkeit (V_{APP}^{10}). Gemäss der Gleitweganzeige befand sich das Flugzeug 1.7 *dot* über dem Gleitweg.

Nur 2 Sekunden später, um 08:48:04 UTC, ertönte ein akustischer Warnton (*single chime*)¹¹ und der Copilot erwiderte umgehend: „*APU start.*“ Der Kommandant kam dieser Aufforderung nach, indem er den *START-pushbutton* kurz vor dem Aufsetzen des Flugzeuges betätigte.

Eine Information an die Kabinenbesatzung erfolgte nicht (vgl. Kapitel 1.17.1.4).

Gemäss den Flugdatenaufzeichnungen befand sich das Flugzeug um 08:48:20 UTC auf einer RH von 198 ft mit einer IAS von 144 kt. Die Sinkrate war abnehmend bei 1147 ft/min als der Copilot erwähnte, dass sie nun auf dem Gleitweg seien. Um 08:48:26 UTC ertönte der automatische *call out* „*one hundred*“ und 8 Sekunden später die Funkhöhen-*call-outs* „*fifty, forty, thirty, twenty*“ gefolgt von „*retard retard*“. Während des ganzen Endanfluges bis zum Aufsetzen (*touchdown*) blieb die Leistung des verbleibenden Triebwerks im Leerlauf (*approach idle*).

Um 08:48:38 UTC setzte das Flugzeug 320 m nach der Pistenschwelle mit einer IAS von 136 kt zuerst mit dem linken und 2 Sekunden später mit dem rechten Hauptfahrwerk auf. Verzögerungslos wurden darauf die Bremspedale betätigt und als 7 Sekunden später, um 08:48:47 UTC, bei einer IAS von 114 kt die Schubumkehr (*reverse thrust*) betätigt wurde, fuhren die *ground spoilers* aus (vgl. Kapitel 1.6.3.1). Von der Flugbesatzung sind während des Rollens nach der Landung keine *call outs* aufgezeichnet. Das Flugzeug kam rund 60 m nach der Kreuzung der Piste 28 mit der Piste 16 zum Stillstand.

Die beim Aufsetzen automatisch erscheinende *wheel page*, die auch anzeigt, ob die *ground spoilers* ausgefahren sind, konnte nicht erscheinen, weil bedingt durch den kurz vorher eingeleiteten APU-Start die *APU-page* angezeigt blieb (vgl. Fussnote 3 auf Seite 11).

Um 08:49:10 UTC rief die Flugbesatzung erstmals den Flugverkehrsleiter ADC auf und informierte diesen bezüglich des Verlassens der Piste 28. Der FVL gab um 08:49:22 UTC folgende Anweisung: „*Air Serbia three seven one, vacate via runway one six*“ und ergänzte diese Anweisung um 08:49:50 UTC mit: „*(...) vacate left via Echo seven.*“ Der Copilot wies den Kommandanten in der Folge darauf hin, dass sie die Passagiere nicht informiert hätten. Der Kommandant antwortete, dass das nichts machen würde.

¹⁰ V_{APP} gemäss QRH, Kapitel „*IN FLIGHT PERFORMANCE*“ Unterkapitel „*V_{APP} determination without failure*“. Der Begriff *failure* bezieht sich dabei auf folgende zwei Fälle: *reverser unlock with buffet* oder *engine shut down with engine fire pushbutton pushed and ice accretion*. Beides traf im vorliegenden Fall nicht zu. Die Geschwindigkeit berechnet sich deshalb wie folgt: $V_{APP} = VLS + APPR COR$. V_{APP} bei VLS CONF 3 beträgt 135 kt und die APPR COR beträgt 5 kt (5 kt *in case of A/THR ON*); das ergibt eine V_{APP} von 140 kt.

¹¹ Gemäss Flugzeughersteller wurde dieser *chime* höchstwahrscheinlich in Verbindung mit der Warnmeldung (*master caution*) *F/CTL GND SPLR NOT ARMED*, die beim Passieren von 500 ft RH erscheint, wenn die *ground spoilers* nicht armiert sind. Da jedoch keine entsprechenden Aufzeichnungen vorhanden sind und auch auf dem Sprach- und Geräuschaufzeichnungsgerät (*cockpit voice recorder – CVR*) keine Reaktion der Flugbesatzung hörbar ist, kann die Untersuchung diesen *chime* keiner konkreten Warnmeldung zuordnen.

Um 08:50:40 UTC wies der Flugverkehrsleiter ADC die Flugbesatzung an, auf die Frequenz von *Zurich Apron* zu wechseln, was die Flugbesatzung umgehend quittierte und tat. Die in der Folge gestellte und wiederholte Frage, ob die Flugbesatzung Unterstützung brauche, wurde von dieser verneint.

Um 08:54:08 UTC, beim Erreichen des Standplatzes, wurde vom Kommandanten die „*after landing checklist*“ verlangt. Der Copilot bejahte dies kurz, eine weitere Reaktion ist nicht erkennbar.

Um 08:56:06 UTC wurden am zugewiesenen Standplatz die Parkbremsen gesetzt und anschliessend wurde das linke Triebwerk abgestellt. Besatzung und Passagiere konnten das Flugzeug auf normalem Weg verlassen.

1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls

Ort	5.5 km nordwestlich des Flughafens Zürich (LSZH)
Datum und Zeit	17. Oktober 2014, 08:40 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Koordinaten	681 183 / 261 955 (<i>Swiss grid</i> 1903) N 47° 30' 12" / E 008° 30' 58" (WGS 84)
Höhe	rund 4000 ft QNH

1.2 Personenschäden

1.2.1 Verletzte Personen

Verletzungen	Besatzungsmitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	6	119	125	Nicht zutreffend
Gesamthaft	6	119	125	0

1.2.2 Staatsangehörigkeit der Insassen des Luftfahrzeuges

Die Besatzung setzte sich aus sechs serbischen Staatsbürgern zusammen.

Die 119 Passagiere hatten verschiedene Staatszugehörigkeiten.

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Flugzeug selbst blieb unbeschädigt. Der luftgekühlte Ölkühler des rechten Triebwerks zeigte ein Leck, das für den Ölverlust verantwortlich war (vgl. Kapitel 1.16).

1.4 Drittschaden

Es entstand kein Drittschaden.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Flugbesatzung

1.5.1.1 Kommandant

1.5.1.1.1 Allgemeines

Person	Serbischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1968	
Lizenz	Verkehrspilotenlizenz für Flugzeuge (<i>airline transport pilot licence aeroplane</i> – ATPL(A)) nach <i>European Aviation Safety Agency</i> (EASA)	
Flugerfahrung	Gesamthaft	5184:00 h
	Davon als Kommandant	1570:00 h
	Auf dem Vorfalldatum	233:48 h
	Davon als Kommandant	233:48 h
	Während der letzten 90 Tage	162:59 h
	Davon auf dem Vorfalldatum	162:59 h
	Anzahl Landungen auf A32F ¹²	41

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 gespielt hat.

1.5.1.1.2 Zusätzliche Angaben

Der Kommandant hatte seine Ausbildung für das Flugzeugmuster A320-200 bei der Air Berlin Training Organisation absolviert. Am 3. Februar 2014 wurde ihm bestätigt, dass er die Ausbildung erfolgreich abgeschlossen habe. Die Instruktoren bescheinigten ihm während der Ausbildung einen normalen Lernfortschritt und mehrmals wurde ihm ein gutes CRM¹³ attestiert. Verschiedentlich wurde beanstandet, dass *call outs* und die Standardbetriebsverfahren (*standard operating procedures* – SOP) verbessert werden müssen. Bezüglich Ausbildung wurde ihm eine totale Trainingszeit von 40 Stunden bescheinigt; 20 Stunden als PF und 20 Stunden als PNF.

1.5.1.2 Copilot

1.5.1.2.1 Allgemeines

Person	Serbischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1967	
Lizenz	ATPL(A) nach EASA	
Flugerfahrung	Gesamthaft	6962:35 h
	Auf dem Vorfalldatum	163:40 h
	Während der letzten 90 Tage	153:38 h
	Davon auf dem Vorfalldatum	153:38 h
	Anzahl Landungen auf A32F	53

¹² A32F: steht für die Airbus A320 Familie, dabei sind die Muster A318, A319, A320 und A321 gemeint.

¹³ CRM: *crew resource management*. Aus der Erfahrung zahlreicher Unfälle, bei denen eine mangelhafte Zusammenarbeit im Cockpit ein kausaler Faktor war, wurde das CRM als Schulung für Flugbesatzungen entwickelt. CRM soll das Bewusstsein dafür schärfen, dass neben dem technischen Verständnis an Bord eines Luftfahrzeuges der zwischenmenschliche Bereich ein entscheidender Faktor für eine sichere Flugdurchführung ist.

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

1.5.1.2.2 Zusätzliche Angaben

Der Copilot hatte seine Ausbildung für das Flugzeugmuster A318-321 bei der Air Berlin Training Organisation absolviert. Die Instruktoren bescheinigten ihm einen durchschnittlichen bis überdurchschnittlichen Lernfortschritt ohne Schwachpunkte. Der *skill test* wurde ihm mit Datum vom 20. März 2014 als bestanden bestätigt.

1.5.2 Mitarbeiter der Flugsicherung

1.5.2.1 Flugverkehrsleiter ADC

Funktion	<i>Aerodrome Control (ADC)</i>
Person	Schweizerische Staatsbürgerin, Jahrgang 1986
Lizenz	Ausweis für Flugverkehrsleiter (<i>air traffic controller licence – ATCL</i>) basierend auf Richtlinie 2006/23 der Europäischen Gemeinschaft, ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL).

1.5.2.2 Flugverkehrsleiter DEP

Funktion	<i>Zurich Departure (DEP)</i>
Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1985
Lizenz	ATCL nach BAZL

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

1.6.1 Allgemeine Angaben

Eintragungszeichen	YU-APA
Luftfahrzeugmuster	A319-132
Charakteristik	Zweimotoriges Kurz- und Mittelstreckenflugzeug mit Turbofanantrieb
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Eigentümer	CIT <i>Aerospace International</i> , Dublin, Irland
Halter	Air Serbia a.d. Belgrad, Republik Serbien
Triebwerk	Typ: IAE V2524-A5 <i>engine serial number (ESN)</i> Triebwerk links: ESN V11724 Triebwerk rechts: ESN V11721
Höchstzulässige Massen	Start 75 500 kg Landung 62 500 kg
Masse und Schwerpunkt	Die Masse des Flugzeuges zum Abflugzeitpunkt betrug 60 980 kg. Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch (<i>aircraft flight manual – AFM</i>) zulässigen Grenzen.

1.6.2 Anzeigen im Cockpit

Die generelle Cockpitauslegung sieht wie folgt aus:

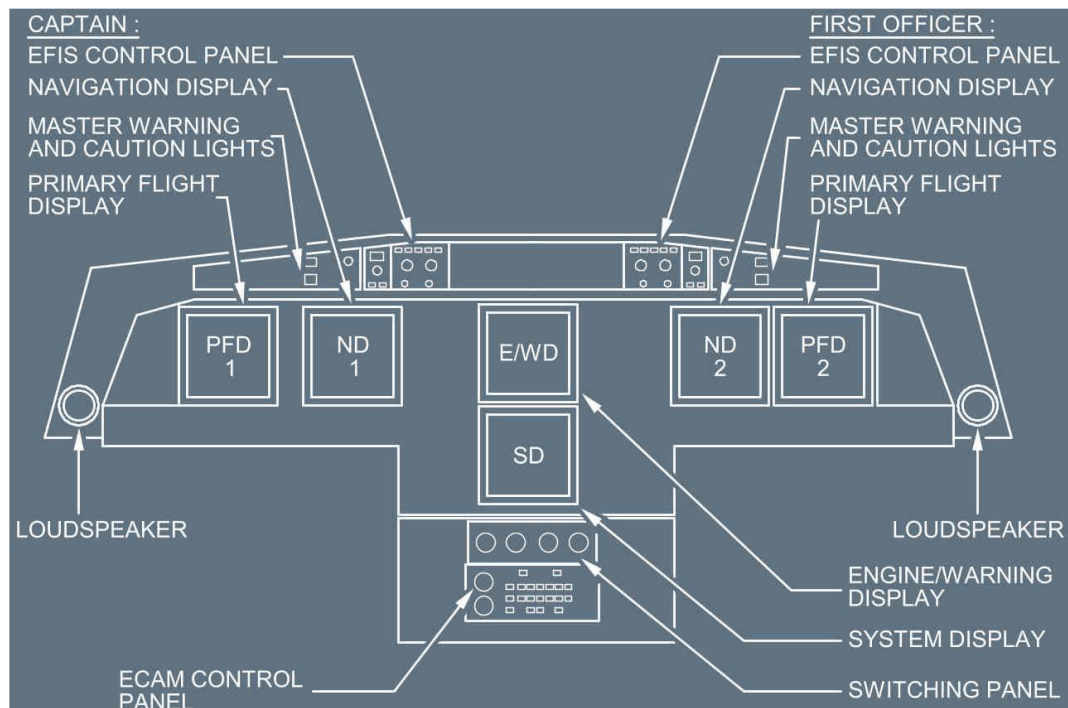


Abbildung 1: Cockpit-Auslegung (Kopie aus dem *flight crew operating manual* (FCOM))

Die sechs Bildschirme (PFD 1+2, ND 1+2, E/WD, SD) dienen primär folgenden Anzeigen:

- PFD** Bei diesen beiden Bildschirmen (*primary flight display* – PFD) handelt es sich um primäre Flugdatenanzeigen für Kommandant und Copilot. Die PFD dienen primär der Anzeige von Fluglage, Flughöhe, Fluggeschwindigkeit und Kursrichtung.
- ND** Diese beiden Bildschirme dienen u. a. der Navigationsanzeige (*navigation display* – ND). Sie zeigen Kartendarstellungen und Flugplaninformationen. Zusätzlich kann eine Vielzahl von anderen Informationen dargestellt werden wie z. B. Verkehrsanzeigen, Wetter, Gelände, Anflugkarten und Wegpunktinformationen.
- E/WD** Auf diesem Bildschirm (*engine/warning display* – E/WD) werden hauptsächlich Triebwerksdaten (*engine primary indication*), Klappen und Vorflügelstellungen (*flap/slat position*) und Warnmeldungen (*warning & caution messages*) dargestellt.
Dieser Bildschirm ist Teil des *electronic centralized aircraft monitoring* (ECAM).
- SD** Dieser Bildschirm dient der Darstellung von Flugzeugsystemen (*system display* – SD), dabei werden die Systeme vereinfacht in Diagrammen (*system synoptic diagram*) dargestellt. Die verschiedenen Systemdarstellungen können auf dem *ECAM control panel* (ECP) selektiv gewählt werden. Zusätzlich wird der Status von verschiedenen Systemen (*aircraft status*) aufgelistet.

Das *electronic instrument system* (EIS) lässt sich in zwei Subsysteme unterteilen:

- das *electronic flight instrument system* (EFIS)
- *electronic centralized aircraft monitoring* (ECAM)

Das EFIS umfasst die beiden Bildschirme PFD und ND.

Das ECAM beinhaltet zwei übereinander angeordnete Anzeigegeräte. Auf dem oberen, dem *engine/warning display* (E/WD), werden Triebwerksdaten und Warnanzeigen dargestellt. Auf dem darunter liegenden *system display* (SD) werden Systemdiagramme (*system pages*) dargestellt, die den Piloten eine Übersicht über die verschiedenen Systeme und deren Schaltzustände bieten. Das darzustellende System kann auf dem *ECAM control panel* selektiert werden. Im Störfall wird je nach Störungsursache die entsprechende *system page* automatisch aufgerufen.

1.6.3 Systembeschreibung

Im Folgenden werden nur diejenigen Systeme kurz beschrieben, die für den schweren Vorfall von Bedeutung waren. Es betrifft dies einerseits die Funktion der Störklappen und andererseits Triebwerkkomponenten.

1.6.3.1 Die 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 (*speed brakes*) 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 Fahrwerkkräder mit der Flugzeugmasse zu erreichen, damit die Bremsen stärker verzögern können.

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 Leerlaufstellung (*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.

1.6.3.2 Triebwerkkomponenten

1.6.3.2.1 Allgemeines zur Ölkühlung

Die entsprechenden Triebwerkkomponenten des V2500-A5-Triebwerks werden durch das in Abbildung 2 schematisch dargestellte Ölsystem geschmiert. Das Öl selbst wird zuerst durch einen sogenannten Luft/Öl-Austauscher (*air/oil heat exchanger*), d. h. einen luftgekühlten Ölkühler (*air cooled oil cooler – ACOC*) gekühlt und anschliessend durch einen Treibstoff/Öl-Austauscher (*fuel/oil heat exchanger*), d. h. einen mit Treibstoff gekühlten Ölkühler (*fuel cooled oil cooler – FCOC*) gekühlt.

Treten im Ölsystem Probleme bezüglich Ölfilter, Öltemperatur, Öldruck oder Ölmenge auf, wird dies im Cockpit auf dem *electronic centralized aircraft monitoring* (ECAM) angezeigt.

Der ACOC wurde eingehenden technischen Abklärungen unterzogen (vgl. Kapitel 1.16).

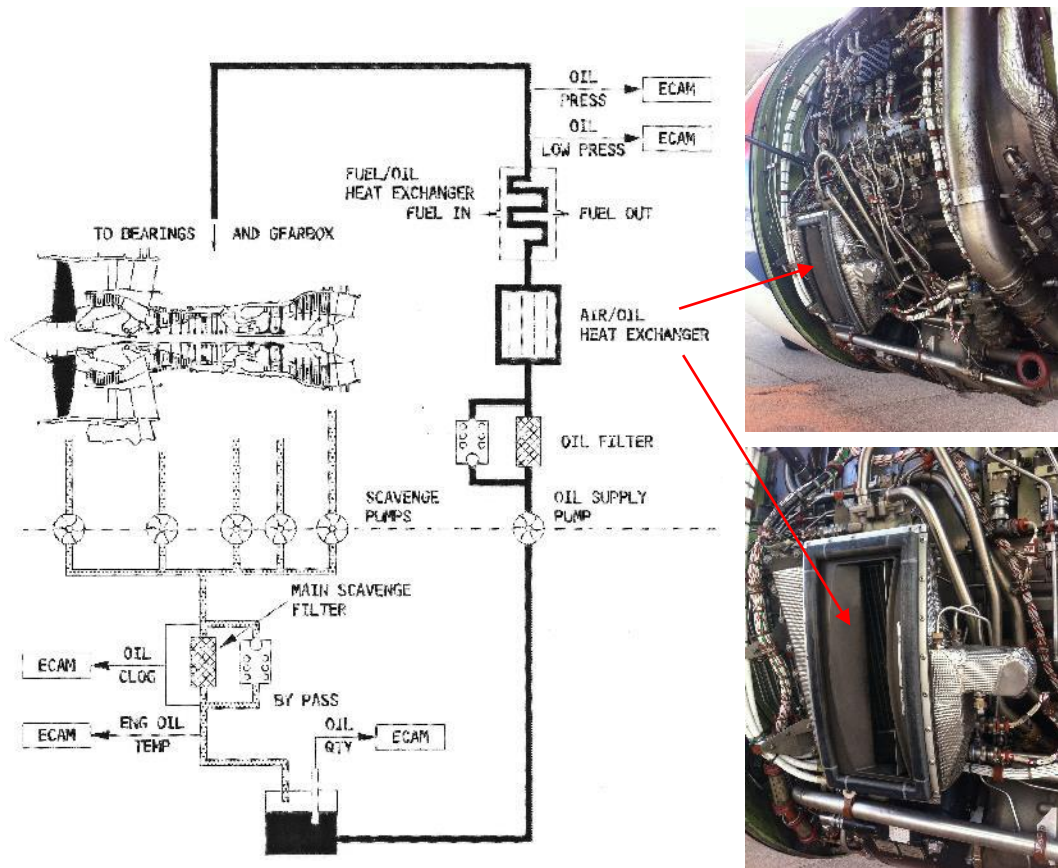


Abbildung 2: Ölkreislauf des Triebwerks (Kopie aus dem FCOM), rechts: Aufnahme des Triebwerks der YU-APA nach dem schweren Vorfall

1.6.3.2.2 Vorgeschichte

Die nach der Landung vorgenommene Überprüfung am Triebwerk zeigte ein Leck am ACOC. Der defekte ACOC mit der *part number* (P/N) 50026001-1 und der *serial number* (S/N) 0008 wurde ausgebaut und mit dem ACOC mit der s/n 2335 ersetzt.

Gemäss den Unterlagen des Flugbetriebsunternehmens hätte der defekte ACOC jedoch die S/N 3427 haben sollen und nicht die S/N 0008. Das Flugbetriebsunternehmen teilte mit, dass sie den ACOC, seit sie das Flugzeug betreiben, d. h. seit dem 10. April 2014, nie ersetzt hätten.

Gemäss Aussagen des Flugzeughalters war ihm nicht bekannt, ob der ACOC vor dem 10. April 2014 je gewechselt worden wäre. Er teilte mit, dass nach seinen Unterlagen der defekte ACOC die S/N 3427 haben sollte.

Weitere Nachforschungen zeigten, dass am betroffenen Triebwerk mit Datum vom 30. Mai 2011 auf dem *Authorized Release Certificate EASA Form 1 (Form Tracking Number 201124388)* und vom 30. Dezember 2011, auf dem *EASA Form 1 (Form Tracking Number 201102936)* festgehalten wurde, dass der eingebaute ACOC die S/N 3427 hat. Seit diesem Zeitpunkt existieren keine Unterlagen, die einen Wechsel des ACOC dokumentieren würden.

Festzuhalten ist dabei, dass am defekten ACOC an der Stelle, an der das Beschriftungsschild angebracht sein sollte, Klebspuren sichtbar sind und die entsprechenden Nummern direkt auf dem ACOC aufgedruckt worden sind (vgl. Abbildung 3).



Abbildung 3: Foto des defekten ACOC (Aufnahme vom 10. Februar 2014)

Der Hersteller des ACOC, die Firma *Sumitomo Precision Products Co. Lt.* (OEM), hat in einem Schreiben bestätigt, dass der defekte ACOC nicht von ihm produziert wurde, also kein OEM¹⁴-Bauteil war. Weitere Nachforschungen haben ergeben, dass im Jahre 2006 durch die SAS der Firma *Triumph Accessory Services* (TAS) der ACOC mit der S/N 3427 und dem *repair order* 2PIE5605306 zur Reparatur gesandt wurde. Der ACOC wurde in Übereinstimmung mit dem Komponentenunterhaltshandbuch repariert und mit einem neuen, von Triumph gestalteten Gehäuse (*core assembly*), mit der S/N 0008, versehen. TAS hält fest, dass das *core assembly* kein OEM-Bauteil sei, dass es jedoch durch einen von der FAA zugelassenen Lieferanten hergestellt wurde (*FAA's designated engineering representative authority*) und somit also ein PMA¹⁵-Bauteil war und nicht ein *suspected unapproved part* (SUP) eines nicht zertifizierten Drittanbieters.

In der Folge wurde der ACOC wieder mit der S/N 3427 zurückgesandt. Der defekte ACOC wurde der Firma TAS zur Untersuchung zugeschickt. TAS schreibt dazu:

„The oil cooler had not been back to a Triumph repair facility until it arrived in March 2015 for the investigation. When the ACOC arrived at Triumph, the data plate was missing. The ACOC was marked with the OEM assembly PN, Triumph assembly PN, the Triumph core PN, and the core SN (SN 0008). It is suspected that the core SN was used in lieu the ACOC assembly PN because the data plate with the assembly SN was missing. It could not be determine when the data plate went missing and who stamped the PNs and SNs.“

Bestätigt wird durch die Firma Maintenance Hannover GmbH (MUT) in Deutschland, dass anlässlich von Unterhaltsarbeiten im Jahr 2011 der ACOC mit der S/N 3427 eingebaut war. Weitere Nachforschungen blieben erfolglos. Sie wurden zusätzlich dadurch erschwert, dass das Flugzeug YU-APA seit 2011 und vor dem Einsatz bei Air Serbia im Jahr 2014 noch bei zwei anderen Betreibern im Einsatz war.

¹⁴ OEM: *original equipment manufacturer*. Ein OEM-Bauteil ist ein Original-Bauteil, das vom Flugzeughersteller selbst oder von einem seiner Zulieferer hergestellt wird.

¹⁵ PMA: *parts manufacturer approval*. Ein PMA-Bauteil ist ein (Ersatz-)Bauteil, das nicht vom Hersteller oder einem seiner Zulieferer selbst, sondern von einem zertifizierten Drittanbieter hergestellt wird.

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeine Wetterlage

Eine wellende Frontalzone erstreckte sich von der Biskaya über die Alpennordseite bis zur Hohen Tatra. Die Luftmassengrenze verlagerte sich während des Vormittags langsam vom Hochrhein zum Alpenkamm.

Die Achse des Jetstreams verlief um 06 UTC knapp nördlich von Zürich von west-südwest nach ostnordost. Während des Vormittags verlagerte sich die Jet-Achse über den Alpenkamm nach Süden und querte Mailand um 12 UTC mit ähnlicher Ausrichtung wie am Morgen.

1.7.2 Wetter zur Zeit und am Ort des schweren Vorfalls

Die annähernd breitenkreisparallel verlaufende Frontalzone führte während des Morgens zu kräftigem Westwind. An der SwissMetNet-Station Kloten wurde mit 38 kt die stärkste Böe zwischen 05 und 05:10 UTC gemessen. Das 10-Minuten-Mittel betrug 22 kt. Von 04 bis 05 UTC nahm die Windgeschwindigkeit zu. Gleichzeitig sank die relative Feuchte bei geringfügig steigender Temperatur. Dies ist ein Hinweis darauf, dass sich eine seichte Inversionsschicht trotz des starken Höhenwindes bis in den frühen Morgen halten konnte. Die Inversionsbasis befand sich Mitte Vormittag zwischen 7000 und 9000 ft QNH.

Zwischen 06 und 09 UTC erreichte die maximale Sekunden-Böe 28 kt. Das maximale 10-Minuten-Mittel lag im selben Zeitintervall bei 16 kt.

Zur Zeit der Landung der YU-APA in Zürich war die böigste Phase am Boden bereits vorbei. Der mittlere Wind lag zwischen 5 und 10 kt mit Böen bis 15 kt.

Unterhalb von 8000 ft lag die Temperatur wenig über der Internationalen Standardatmosphäre (ISA). Zwischen 7000 und 8000 ft QNH befand sich eine Zone mit ausgeprägter Windscherung. Eine Richtung Osten startende Maschine verzeichnete um 08:47 UTC zwischen 6000 und 7000 ft eine Windscherung von 9 kt/1000 ft und eine Richtung Westen startende um 08:56 UTC eine solche von 14 kt/1000 ft. Maximale Werte im Profil von 08:52 UTC erreichten 24 kt/1000 ft.

Die Wirkung von Windscherung und der daraus resultierenden Turbulenz hängt unter anderem von der Grösse und der Masse des Flugzeuges sowie von dessen Geschwindigkeit ab. Laut der Federal Aviation Administration (FAA) führen Scherungen von mehr als 10 kt/1000 ft für Verkehrsflugzeuge zu *severe turbulence*. Das Intervall von 6 bis 9 kt/1000 ft lässt *moderate turbulence* erwarten.

Die folgenden Webcambilder zeigen ein Verflachen von *horizontal convective rolls* (HCR). Sie deuten auf eine Abnahme der Turbulenz in der bodennahen Atmosphäre während des späteren Vormittags hin.



Abbildung 4: Aufnahme vom Terminal (Dock Midfield) des Flughafens Zürich (LSZH) in Abflughrichtung, aufgenommen um 08:30 UTC

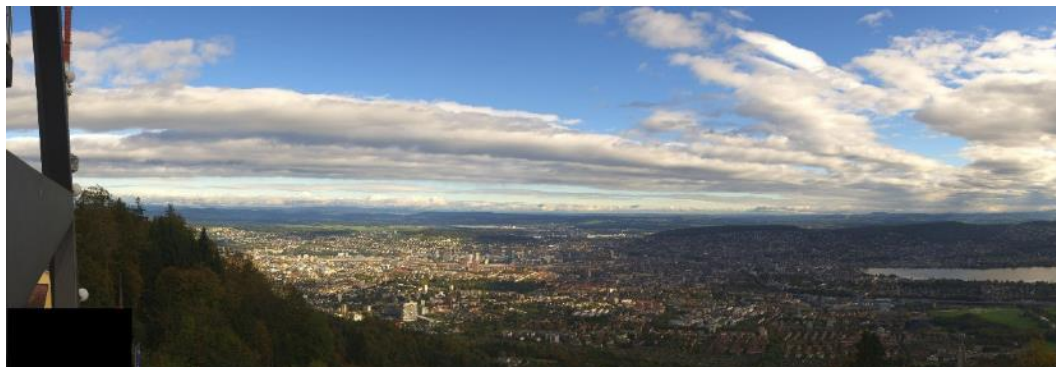


Abbildung 5: Aufnahme vom Uetliberg in nordöstlicher Richtung, aufgenommen um 08:50 UTC



Abbildung 6: Aufnahme vom Stadthaus Zürich, in nordöstlicher Richtung, aufgenommen um 08:50 UTC

1.7.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 139°	Höhe: 24°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

1.7.4 Flugplatzwettermeldungen

Um 08:50 UTC war auf dem Flughafen Zürich (LSZH) die folgende Flugplatzwettermeldung (*meteorological aviation routine weather report – METAR*) gültig:

METAR LSZH 170850Z 27008KT 9999 FEW018 BKN055 16/13 Q1018 NOSIG=

Ausgeschrieben bedeutet dies:

Am 17. Oktober 2014 wurden kurz vor der Ausgabezeit der Flugplatzwettermeldung von 08:50 UTC auf dem Flughafen Zürich die folgenden Wetterbedingungen beobachtet:

Wind	Aus 270 Grad mit 8 kt
Meteorologische Sicht	10 km oder mehr
Niederschläge	keine
Bewölkung	1/8–2/8 auf 1800 ft AAE ¹⁶ 5/8–7/8 auf 5500 ft AAE
Temperatur	16 °C
Taupunkt	13 °C

¹⁶ AAE: *above aerodrome elevation*, über Flugplatzbezugshöhe

Luftdruck (QNH)	1018 hPa, Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO-Standardatmosphäre.
Landewetterprognose	In den zwei Stunden, die auf die Wetterbeobachtung folgen, sind keine signifikanten Änderungen zu erwarten.

1.8 Navigationshilfen

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls waren für den Flughafen Zürich keine für den Flug ASL 371 relevanten Beschränkungen publiziert.

1.9 Kommunikation

Der Funkverkehr zwischen der Flugbesatzung und den beteiligten FVL wickelte sich in englischer Sprache und ohne Schwierigkeiten ab.

1.10 Angaben zum Flughafen

1.10.1 Allgemeines

Der Flughafen Zürich liegt im Nordosten der Schweiz. Im Jahr 2013 betrug das Passagiervolumen 24.86 Millionen bei rund 262 000 Flugbewegungen.

Die Bezugshöhe des Flughafens beträgt 1416 ft AMSL¹⁷ und als Bezugstemperatur sind 24.0°C festgelegt.

1.10.2 Pistenausrüstung

Der Flughafen Zürich zeichnet sich durch ein System von drei Pisten aus. Die Pisten 16 und 14 sind mit einem Instrumentenlandesystem (ILS) der Kategorie III ausgerüstet und die Piste 34 mit einem ILS der Kategorie I. Die Piste 28 ist mit einem ILS ohne Klassifizierung (*uncategorized*) ausgerüstet, die ein gegenüber der Kategorie I erhöhtes Wetterminimum aufweist. Der Grund für die Nichtklassifizierung liegt im Gleitwegwinkel von 3.3 Grad, der damit über dem von der ICAO¹⁸ empfohlenen Wert von 3 Grad liegt. Zusätzlich ist die Piste 28 mit einem PAPI-Anflugwinkel von 3.3° ausgerüstet.

Die Pisten des Flughafens Zürich weisen folgende Abmessungen auf:

Pistenbezeichnung	Abmessungen	Höhe der Pistenschwellen
16/34	3700 × 60 m	1390/1388 ft AMSL
14/32	3300 × 60 m	1402/1402 ft AMSL
10/28	2500 × 60 m	1391/1416 ft AMSL

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls standen alle drei Pisten mit ihrer ganzen Pistenlänge für Landungen zur Verfügung.

1.10.3 Rettungs- und Feuerwehrdienste

Der Flughafen Zürich war mit Feuerbekämpfungsmitteln der Kategorie 10 ausgerüstet. Die Berufsfeuerwehr des Flughafens leistete während des Flugbetriebes permanent Bereitschaftsdienst.

¹⁷ AMSL: *above mean sea level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

¹⁸ ICAO: *International Civil Aviation Organization. Annex 10: Aeronautical Telecommunications*, chapter 3.1.5.1.2.1 **Recommendation.**— *The ILS glide path angle should be 3 degrees. ILS glide path angles in excess of 3 degrees should not be used except where alternative means of satisfying obstruction clearance requirements are impracticable.*

1.11 Flugschreiber

1.11.1 Flugdatenschreiber

Muster	FA 2100
Hersteller	L3 <i>communications</i>
Anzahl Parameter	1016
Aufzeichnungsmedium	<i>solid state memory</i>
Aufzeichnungsdauer	100 Stunden

Die Daten des Flugdatenschreibers waren lückenlos aufgezeichnet und konnten ausgelesen werden.

1.11.2 Sprach- und Geräuschaufzeichnungsgerät

Muster	FA 2100
Hersteller	L3 <i>communications</i>
Anzahl Kanäle	4
Aufzeichnungsmedium	<i>solid state memory</i>
Aufzeichnungsdauer	2 Stunden

Alle vier 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

Nicht betroffen

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Der defekte ACOC wurde durch ein Unternehmen, das auf kritisches thermisches Flüssigkeitsmanagement mit Wärmeaustauschern spezialisiert ist, vertieft untersucht. Das Leck konnte lokalisiert werden und durch einen Schnitt über die ganze Länge des ACOC konnte die Ursachenfindung eingegrenzt werden.

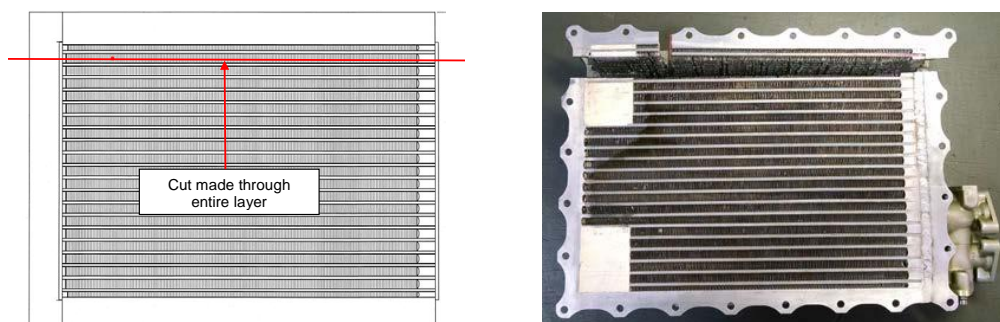


Abbildung 7: Kopie aus dem entsprechenden Engineering-Bericht (Projekt 5366)

Die weiteren Untersuchungen zur Ursachenfindung des Lecks führten zum Schluss, dass höchstwahrscheinlich Materialermüdung der Kühlrohre, bedingt durch Bewegungen wegen gebrochener Lötstellen, die Ursache war. Der entsprechende Bericht hält unter anderem Folgendes fest:

„This braze joint, between nosepiece and tubesheet held, had allowed a crack to form and grow through cycling, in the tubesheet itself. The failure is therefore most likely caused by fatigue of the tubesheet, which in turn allowed a crack to form, and ultimately produced a leak in the oil circuit.”

1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

1.17.1 Flugbetriebsunternehmen

1.17.1.1 Allgemeines

Im Jahr 2013 beteiligte sich das Flugbetriebsunternehmen Etihad Airways mit 49 % an der Fluggesellschaft *Jugoslovenski Aerotransport* (JAT) und im gleichen Jahr wurde die Firma zur Air Serbia umbenannt. Sämtliche Flugzeuge des Musters Boeing 737-300 wurden ausgeflottet und durch Flugzeuge des Musters A319-100 ersetzt. Am 13. Oktober 2013 führte die ehemalige JAT Airways, nun als Air Serbia, ihren ersten Flug durch.

Das Flugbetriebsunternehmen Air Serbia 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 die flugzeugspezifischen Verfahren publiziert. Air Serbia betitelt das OM B als „OM Part-B A319/320“ respektive „OM Part-B A319“. Einleitend ist im OM B unter anderem festgehalten, dass die darin enthaltenen Verfahren denjenigen des Flugzeugherstellers Airbus entsprechen und dass auf dem Flugzeug das *flight crew operating manual* (FCOM) des Herstellers als Handbuch gebraucht werden soll.

Im Weiteren wird für die tägliche Arbeit der Flugbesatzungen das sogenannte *quick reference handbook* (QRH) des Flugzeugherstellers benutzt. Dieses QRH ist ein Handbuch, das der Besatzung auf dem Flugzeug in Papierform zur Verfügung steht und nebst Normalverfahren in Ergänzung zu den ECAM-Verfahren auch wichtige Verfahrensvorgaben für den abnormalen Betrieb und den Notbetrieb enthält.

Als Ergänzung und zu Ausbildungszwecken dient zudem das *flight crew training manual* (FCTM) des Flugzeugherstellers, das ebenfalls Verfahrensvorgaben enthält. Einleitend wird im FCTM festgehalten, dass dieses den Flugbesatzungen primär praktische Informationen zum Betrieb des Flugzeugmusters Airbus A318/A319/A320/A321 geben soll. Weiter wird festgehalten, dass bei Konflikten das FCOM das FCTM übersteuert.

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

Bezüglich Besatzungszusammensetzung wird im OM A im Kapitel 4 *Crew Composition* unter 4.1.3 *crewing of inexperienced flight crew members* unter anderem Folgendes festgehalten:

„1. It is considered that a flight crew member is inexperienced, following completion of a type rating or command course, and the associated line flying under supervision, until he has achieved on the Type either:

- 100 flying hours and flown 10 sectors within a consolidation period of 120 consecutive days; or
- 150 flying hours and flown 20 sectors (no time limit).

[...]

Inexperienced pilots shall not be scheduled to operate together.

[...]"

Beide Piloten hatten ihre Ausbildung für das Flugzeugmuster A320 im Februar respektive März 2014 abgeschlossen. Sie hatten die oben erwähnten Bedingungen des Flugbetriebsunternehmens erfüllt, galten deshalb nicht mehr als *inexperienced* und durften zusammen als Flugbesatzung eingesetzt werden.

Im Weiteren wird bezüglich Betrieb des Flugzeuges im OM A einleitend unter „General Operating Procedures“ im Kapitel 8.0.2 „CRM Principles“ Folgendes festgehalten:

„Application CRM principles shall be mandatory by crewmembers in day to day operations, as published in the CRM checklist and thought during CRM classes and during initial and recurrent training. This includes following as a minimum:

- *Team Work*
- *Risk Assessment before every flight according CRM checklist*
- *Appropriate use of Automation*
- *Good Communication*
- *Mandatory Briefings for critical phases of flight*
- *Positive Task Distribution*
- *Cross-checking other pilots actions*
- *Situational Awareness*
- *Use of Standard Callouts*
- *Mandatory usage of Check-list*
- *Critical Actions Confirmation*
- *Threat and Error Management*
- *Assertiveness*
- *Conflict Resolution*
- *System Learning“*

Bezüglich des stabilisierten Anfluges ist im Kapitel 8.3.0.6 „Stabilized Approach“ Folgendes festgehalten:

„Every flight shall satisfy criteria of stabilized approach by 1000 ft AGL^[19] in instrument conditions, 500 ft AGL in visual conditions and by 300 ft AGL during circling. For criteria for stabilized approach for each aircraft type, check Part B/SOP.

For each flight, flight crew shall maneuver the aircraft so as to touchdown within the touchdown zone of the active runway. If above conditions are not met, a Go-around is mandatory.“

Ausrufe (*call outs*) bei Abweichungen von Kriterien eines stabilisierten Anfluges finden sich auch im QRH (vgl. Anlage 5).

¹⁹ AGL: above ground level, über Grund

1.17.1.3 Flugzeugspezifische Verfahrensvorgaben im OM B

Das OM B, vom Flugbetriebsunternehmen als OM Part-B bezeichnet, besteht aus 769 Seiten und enthält viele Kapitel, die identisch sind mit denjenigen im FCOM des Flugzeugherstellers, das 5390 Seiten umfasst. Zudem enthält es zusätzliche Verfahrensvorgaben, die das Flugbetriebsunternehmen festgelegt hat und die nicht explizit im FCOM publiziert sind. Weder im OM Part-B, noch im FCOM ist festgehalten, welches Verfahren gültig ist, wenn zwei gleiche Verfahren unterschiedlich publiziert sind.

Im OM Part-B wird im Kapitel „*B02 NORMAL PROCEDURES*“ unter anderem festgehalten, was die verschiedenen Briefings enthalten müssen und wie die entsprechende Arbeitsteilung zwischen PF und PM aussieht. Nach dem Start gilt gemäss OM Part-B Folgendes [Fettdruck im Original]:

„AFTER TAKEOFF CHECKLIST DOWN TO THE LINE

"AFTER TAKEOFF/CLIMB CHECKLIST".....ORDER	PF
AFTER TAKEOFF/CLIMB CHECKLIST.....COMPLETE	PF & PM
<i>When called by the PF, PM will read the appropriate checklist</i>	
"DOWN TO THE LINE".....ANNOUNCE	PM"

Für das *approach briefing* wird Folgendes festgehalten:

APPROACH BRIEFING (PF & PM)		
Applicable to: ALL		
APPROACH BRIEFING .	PERFORM	PF
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Refer to QRH/JU-SUPPL02 – Approach Briefing for a guide to completing the approach briefing.</i> - <i>ONE ENGINE TAXI must always be considered in accordance with FCOM-PRO-SUP-90</i> - <i>If Low Visibility Procedures are in effect an additional briefing must be completed. Refer to QRH/JU-SUPPL02 – Low Visibility Approach Briefing for a guide to completing this second briefing.</i> 		

Abbildung 8: Vorgabe zum *approach briefing* (Kopie aus dem OM Part-B)

Weiter werden im OM Part-B im Kapitel „*B02 NORMAL PROCEDURES*“ unter anderem für den Anflug folgende für den schweren Vorfall relevanten Verfahrensvorgaben festgehalten:

FINAL APPROACH	
Applicable to: ALL	
<ul style="list-style-type: none"> - The speed trend arrow and FPV help the flight crew make timely and correct thrust settings (if in manual thrust), and approach path corrections. - Avoid descending through the correct approach path with idle thrust. (Late recognition of this situation without a prompt thrust increase may lead to considerable speed decay and altitude loss). - Ensure that the aircraft is stabilized on the final descent path at VAPP (or ground speed mini) in the landing configuration with the thrust stabilized (usually above idle) at 500 ft above airfield elevation or as restricted by Operator policy/regulations. - If the aircraft is not stabilized, the flight crew must initiate a go-around, unless they think that only small corrections are necessary to rectify minor deviations from stabilized conditions due, amongst others, to external perturbations. - Avoid any tendency to “duck under” in the late stages of the approach. - Avoid destabilizing the approach in the last 100 ft, in order to have the best likelihood of performing a good touchdown at the desired position. 	

Abbildung 9: Angaben zum Endanflug (Kopie aus dem OM Part-B)

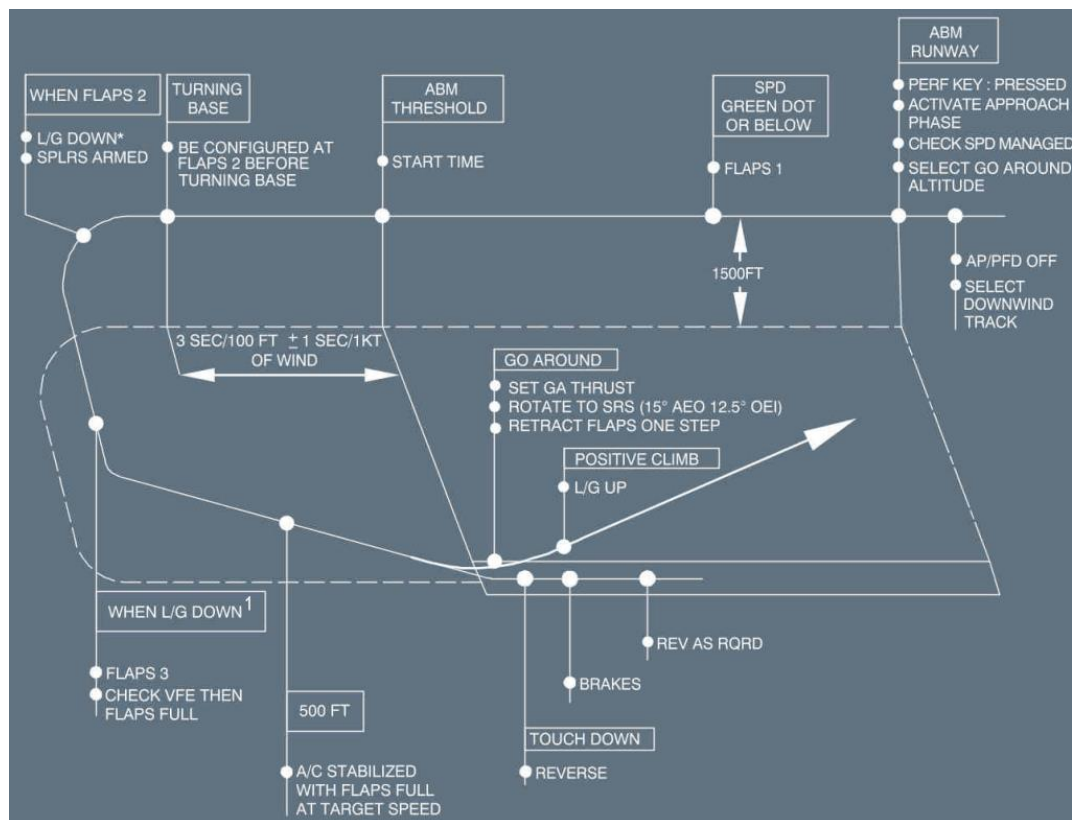
Die Besatzung hatte sich für einen Sichtanflug (*visual approach*) entschieden. Diesbezüglich wird im OM Part-B Folgendes festgehalten:

VISUAL APPROACH (1 OR 2 ENGINES) PATTERN

Applicable to: ALL

This pattern assumes the use of minimum ground speed (MANAGED SPEED guidance). If managed speed is not used, manually select the following speeds based on the FLAPS configuration selected:

- Select S speed after FLAPS 1 selection
- Select F speed after FLAPS 2 selection
- Select VAPP after FLAPS FULL selection



¹**WHEN L/G DOWN:** For single engine approaches on high altitude airports, with high landing weight, delay selection of Gear Down and Landing Flaps/Slats configuration, until FINAL APPROACH.

Abbildung 10: Vorgaben zum Sichtanflug (Kopie aus dem OM Part-B)

In Anlehnung an den vorliegend untersuchten schweren Vorfall gilt auch die im OM Part-B im Kapitel 3.8.3 *Engine failure after V1* (NON-NORMAL PROCEDURES B03, Seite 30) publizierte grafische Darstellung des Flugverlaufs, der wie folgt bezeichnet wird: „*immediate landing following ENG failure after takeoff*“

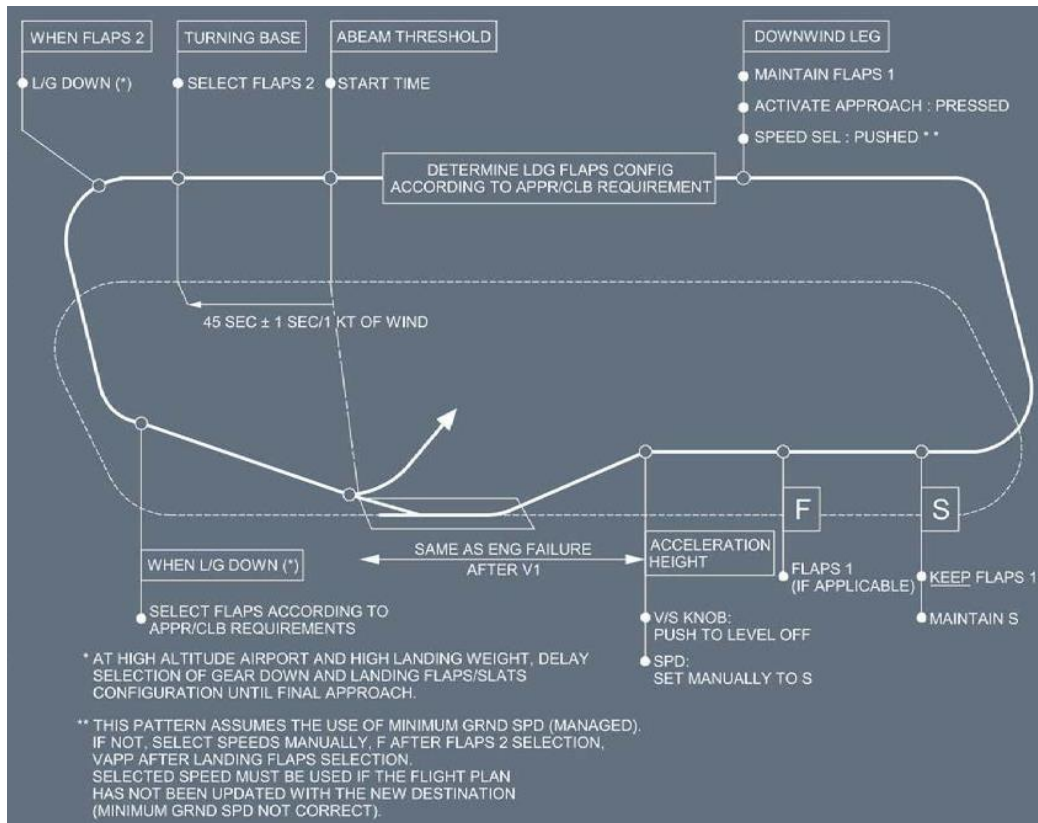


Abbildung 11: Verfahren bei einem Triebwerksausfall nach dem Start (Kopie aus dem FCOM)

Bezüglich call outs während des Anfluges ist im Kapitel „Standard Operating Procedures – Standard Call Outs“ auf Seite 14 Folgendes festgehalten:

APPROACH AND LANDING		
EVENT	PF	PM
1000 ft RA	"ON PROFILE" (3) or "GO AROUND - FLAPS"	"ONE THOUSAND" (1) "___ MILES TO TOUCHDOWN" (2)
500 ft AAL	"CHECKED"	"FIVE HUNDRED" (1) "STABLE" or "GO AROUND"
100 ft above MDA/DH	"CHECKED"	"ONE HUNDRED ABOVE" (1)
MDA/DH visual reference	"CONTINUE"	"MINIMUM" (1)
no visual reference	"GO AROUND - FLAPS"	
		"ONE HUNDRED" (1) "FIFTY" (1)
After touchdown GND SPLRS extended		"SPOILERS" (4)
REV green on E/WD		"REVERSE GREEN" (5)
Deceleration		"DECEL" (6)
At 70 kt	"CHECKED"	"SEVENTY KNOTS"

- (1) PM monitors pin-programmed auto callout, or announces if inoperative
- (2) PM should use the best available distance information from MCDU, ND or Raw Data as appropriate
- (3) 1000 ft RA must occur 2 to 4 nm to touchdown
- (4) If the spoilers are not extended, call "NO SPOILERS"
- (5) In case of no reverse deployment, call "NO REVERSE ENGINE ____" or "NO REVERSE"
- (6) In case of failure or no positive deceleration, call "NO DECEL"

Abbildung 12: call outs bei Anflug und Landung (Kopie aus dem OM Part-B)

Zusätzlich zu den Verfahrensvorgaben für den Normalbetrieb interessieren im Folgenden bezüglich des schweren Vorfalls die Verfahrensvorgaben für den abnormalen Betrieb. Diese sind im OM Part-B A319 unter dem Haupttitel NON-NORMAL PROCEDURES im Kapitel B03 auf Seite 1–4 wie folgt festgehalten [Fettdruck im Original]:

„3. NON-NORMAL PROCEDURES

3.0 Operational Recommendations

Abnormal and Emergency procedures involve actions that the flight crew must perform in order to ensure adequate safety, and help to make the remainder of the flight easier.

Abnormal and Emergency procedures are actions that the flight crew performs:

- *After failures, that the ECAM detects, or*
- *After failures or situation, that the flight crew detects or encounters (e.g. CKPT WINDOW CRACKED, OVERWEIGHT LANDING), or*
- *After an aural alert (e.g. OBSTACLE AHEAD, PULL UP).*

When the flight crew performs procedures, the flight crew uses the “READ” and “DO” principle (oral reading).

TASKSHARING

The general tasksharing shown below applies to all procedures. The pilot's flying remains the pilot flying throughout the procedure.

The Pilot Flying (PF), is responsible for the:

- *Thrust levers*
- *Control of flight path and airspeed*
- *Aircraft configuration (request configuration change)*
- *Navigation*
- *Communications.*

The Pilot Not Flying (PNF), is responsible for:

- *Monitoring and reading aloud the ECAM and checklists*
- *Performing required actions, or actions requested by the PF, if applicable*
- *Using the engine master switches, cockpit C/Bs, IR and guarded switches, with PF's confirmation (except on ground).*

[...]

INITIATION OF PROCEDURES

Procedures are initiated on the Pilot Flying's command.

approach, or go-around.

No action is taken (apart from cancelling audio warnings, through the MASTER WARN light) until:

- *The appropriate flight path is established, and*
- *The aircraft is at least 400 ft above the runway, if a failure occurs during takeoff, approach or go-around.*

A height of 400 ft is recommended, because it is a good compromise between the necessary time for stabilization and excessive delay in procedure initiation.

In some emergency cases, provided that the appropriate flight path is established, the Pilot Flying may initiate actions before this height.

If an emergency causes LAND ASAP^[20] to appear in red on the ECAM, the flight crew must land as soon as possible at the nearest suitable airport at which a safe approach and landing can be made.

If an abnormal procedure causes LAND ASAP to appear in amber on the ECAM, the flight crew should consider landing at the nearest suitable airport.

LANDING DISTANCE

Any increased landing distance, resulting from an emergency or abnormality, must be determined using QRH FPE-IFL.

[...]

CREW COORDINATION

When carrying out a procedure displayed on ECAM, both pilots must be aware of the present display. Before any "CLEAR" action, the pilots should crosscheck to confirm that there remains no blue message (except in case of no action feedback) that they can eliminate by a direct action.

NO CLEAR ACTION BEFORE CROSS-CONFIRMATION

Example of crew coordination and cross confirmation:

WARNING DISPLAY (Example, not for operational use)	PILOT FLYING	PILOT NOT FLYING
HYD B RSVR OVHT BLUE ELEC PUMP.....OFF	READ FAILURE TAKE ATC RADIO CTL - REQUEST ECAM ACTION (1)	READ FAILURE - READ ACTION (full line) - PERFORM ECAM ACTION OR REQUEST EXECUTION BY THE PF (thrust levers)
HYD B RSVR OVHT *F/CTL B SYS LO PR	- CHECK ECAM ACTION COMPLETED - CONFIRM CLEAR	- REQUEST CLEAR
SEAT BELTS *F/CTL	- CONFIRM CLEAR	- REVIEW ALL AFFECTED EQUIPMENT SHOWN IN AMBER ON F/CTL PAGE - REQUEST CLEAR
STATUS APPR PROC HYD LO PR INOP SYS IF BLUE OVHT OUT: CAT 3 BLUE ELEC PUMP ON BLUE HYD SPLR 3 CAT 2 ONLY SLATS SLOW	- CONFIRM REMOVE STATUS	- READ STATUS LINE BY LINE - REQUEST REMOVE STATUS

(1) Although it is the responsibility of the pilot flying to request ECAM actions, this does not preclude the captain from either taking control of the aircraft or ordering ECAM actions he (she) considers to be necessary

²⁰ LAND ASAP: land as soon as possible

Note: ECAM procedures and STATUS, supplemented by a PFD/ND check suffice for handling the fault. However, before applying the ECAM procedures, the fault should be confirmed on the system display.

When ECAM actions have been performed, and ECAM STATUS has been reviewed, the flight crew may refer to FCOM procedure (FCOM/PRO/ABN) for supplementary information, if time permits.”

[...]

APPROACH PREPARATION

As always, the approach preparation begins by the review of the STATUS page.

Then, the APPROACH, LANDING and GO AROUND sections of the summary should be used to prepare and conduct the approach briefing, cross-checking, as usual, the associated FMS pages.

When appropriate, these sections include, among others, the LANDING WITH SLATS or FLAPS JAMMED procedure and the L/G GRAVITY EXTENSION procedure.

APPROACH

The APPR PROC actions given by the STATUS page should be performed by reading the APPROACH section of the summary (PNF), avoiding then to refer to other paper procedures.

Once the aircraft is in final configuration, the LANDING and the GO AROUND sections may be shortly commented, as a reminder (braking, NWS, reversers and L/G retraction in case of go-around).

Before the final approach, the PNF should review the STATUS page and check that all the APPR PROC actions have been completed.”

Beim Auftreten eines ernsthaften technischen Problems, wie zum Beispiel eines Triebwerkausfalls, soll nach folgenden Kriterien vorgegangen werden (Kapitel B03, Seite 143 bis 145) [Fettdruck im Original]:

„3.10 GUIDANCE FOR DIVERSION IN CASE OF SERIOUS TECHNICAL FAILURE

Situations which lead to diversion are mentioned in QRH. Accordingly, landing at the Nearest Suitable Airport must be made in following cases:

Any inflight fire, extinguished or not Engine failure Only one AC source remaining (engine or APU generator) One hydraulic system remaining (out of three) Structural Damage Confirmed bomb threat (red) Any other case with adverse effect on safety

3.10.1 EVALUATE SITUATION (TARD)

After completing checklist down to deferred items, gather as much information as possible from inside and outside of the a/c in time available. Request assistance/suggestions according H model (aircraft library, co-pilot, other pilots, ATC²¹, purser, O.C.²², Trouble Shooting, pax...)

²¹ ATC: air traffic control

²² O.C.: operation center

Time Available

Asses Time Available - Some problems require that Non-normal management should be reduced to minimum due to limited time available:

Fire that cannot be confirmed extinguished Multiple bird strike On Battery power only Loss of thrust on both engines

Timed bomb threat

Estimate Time required to solve non-normal (do not rush through checklist if there is no benefit of an early landing).

Is delay required for pax briefing or/and deployment of ground emergency services

Analyze the Situation

Technical Assessment checklist requirements, MEL^[23]/DDG^[24] (advisory) Impact of the fail system on aircraft handling and performance Fuel remaining, gross weight

Operational Assessment

Weather (visibility, base, wind, temp.), NOTAMS^[25], distance, PAX status, crew experience and condition, runway length and condition, terrain clearance requirements, route and airfield facilities

Requirement to modify procedures for different phases of flight (approach, landing, go-around, diversion)

Commercial Assessment (when permitted) Repair Facilities PAX handling facilities Company representation

Risk Management

What are the safety risks What is the Risk Level (see 1.8) What can be done to reduce risk What may be the cause of the problem and what further problem may that produce. Time available to make decision Back-up plan

Decide next course of action

According to above analysis decide whether to land as soon as possible or fly further for better conditions. Decide whether to inform purser and PAX and if cabin emergency announcement/preparation is required.

3.10.2 ANNOUNCE DECISION

Once the decision had been made, it should be passed-on to all interested parties inform other pilot(s) and ask for a feedback

²³ MEL: *minimum equipment list*

²⁴ DDG: *dispatch deviations procedures guide*

²⁵ NOTAM: *notice to airmen*

Declare your status to ATC, inform intentions and request assistance. ATC can reduce cockpit workload by providing vectors, weather, NAVAID frequency and courses...

Inform Purser. Use NITS (Nature, Intentions, Time Available, Specials) when required.

If time is available inform O.C. directly or through ATC, with decision and request assistance if required.

Asses need to and inform pax according speech manual.

3.10.3 RISK LEVEL Minor Non-normal

No direct impact on safety, only flight comfort

Flight can be continued to destination without hazard. Purser may be informed

Moderate Non-normal

There is impact on continuance of the flight En-route diversion or return to destination may be required with normal landing Purser is to be informed. PAX are informed if diverting

Urgency Non-normal with precautionary landing (PAN-PAN)

Has a minor effect on flight safety

Precaution during landing on 3 wheels, without runway overrun expected and no need to evacuate.

Purser is briefed and PAX informed.

Distress non-normal with Emergency landing (MAYDAY)

Has impact on flight safety Safe landing cannot be guaranteed or evacuation required

Purser briefed/ cabin prepared for emergency landing and (perhaps or definitely) evacuation. PAX informed.

Any other diversion decision is up to the commander.”

1.17.1.4 Flugzeugspezifische Verfahrensvorgaben im FCOM

Das FCOM enthält unter anderem *standard operating procedures* (SOP) sowie Verfahren für abnormale Fälle und Notfälle. Die folgenden Verfahren gelten für beide Fälle, da sie sich auf Konfigurationsänderungen des Flugzeuges beziehen und in keinem Zusammenhang mit technischen Fehlern stehen. Sie decken sich mit den Checklisten, die im QRH in anderer Form publiziert sind (vgl. Kapitel 1.17.1.5). Dies betrifft im Speziellen die folgenden Verfahren für das Setzen der Landeklappen und das Ausfahren des Fahrwerks, die im FCOM unter dem Kapitel PRO-NOR-SOP (*procedures, normal procedures, standard operating procedures*) im Unterkapitel *precision approach* wie folgt festgehalten sind:

“FLAPS 1”	ORDER	PF
<i>FLAPS 1 should be selected more than 3 NM before the Final Descent Point.</i>		
“SPEED CHECKED”	ANNOUNCE	PM
<i>Check the speed is below VFE NEXT and decelerating towards S speed, before making this callout.</i>		
FLAPS 1.....	SELECT	PM
“FLAPS 1”	ANNOUNCE	PM
<i>Check the blue number on the ECAM flaps indicator, and confirm the correct selection has been made, before making this callout.</i>		

Note: The ECAM automatically displays the STATUS page, if it is applicable, and if the flight crew has not already selected a system page manually.

Applicable to: ALL

TCAS MODE selector	TA or TA/RA	PM
<i>Select TA Mode:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> - <i>In case of known nearby traffic, which is in visual contact</i> - <i>At particular airports, and during particular procedures, identified by an Operator as having a significant potential for unwanted or inappropriate resolution advisories (closely-spaced parallel runways, converging runway, low terrain along the final approach, etc.)</i> 		
“FLAPS 2”	ORDER	PF
“SPEED CHECKED”	ANNOUNCE	PM
<i>Check the speed is below VFE NEXT and decelerating towards F speed, before making this callout.</i>		
FLAPS 2.....	SELECT	PM
“FLAPS 2”	ANNOUNCE	PM
<i>Check the blue number on the ECAM flaps indicator, and confirm the correct selection has been made, before making this callout.</i>		

Applicable to: ALL

WHEN FLAPS ARE AT 2

“GEAR DOWN”	ORDER	PF
L/G lever	SELECT	PM
“GEAR DOWN”	ANNOUNCE	PM
<i>Check the red lights on LDG GEAR indicator to confirm gear operation, before making this callout.</i>		
AUTO BRK.....	CONFIRM	PF & PM
<i>If the runway conditions have changed from the approach briefing, consider using a different braking mode.</i>		
GROUND SPOILERS	ARM	PM
NOSE light sw	ON	PM
RWY TURN OFF light sw	ON	PM

Applicable to: ALL

WHEN LANDING GEAR IS DOWN**IF LANDING WITH FLAPS 3:**

“FLAPS 3” ORDER **PF**

“SPEED CHECKED” ANNOUNCE **PM**

Check the speed is below VFE NEXT and decelerating towards VAPP, before making this callout.

FLAPS 3..... SELECT **PM**

“FLAPS 3” ANNOUNCE **PM**

Check the blue number on the ECAM flaps indicator, and confirm the correct selection has been made, before making this callout.

Applicable to: ALL

WHEN FLAPS AT LANDING POSITION

“CABIN CREW, TAKE YOUR SEATS FOR LANDING”
..... PA COMPLETE **PM**

A/THR CHECK IN SPEED MODE or OFF **PF**

WING ANTI ICE pb-sw OFF **PM**

Only switch the WING ANTI ICE to ON, in severe icing conditions.

Applicable to: ALL

SLIDING TABLESTOW **PF & PM**

Applicable to: ALL

LDG MEMO CHECK NO BLUE LINE **PF & PM**

Applicable to: ALL

LANDING CHECKLIST

“LANDING CHECKLIST” ORDER **PF**

LANDING CHECKLIST..... PERFORM **PF & PM**

“LANDING CHECKLIST COMPLETE” ANNOUNCE **PM**

Abbildung 13: Arbeitsteilung und *call outs* bei Konfigurationsänderungen (Kopie aus dem FCOM)

Nach erfolgter Landung sind diverse Punkte abzuarbeiten, die unter *normal procedures, standard operating procedures* festgehalten sind. Die Arbeitsverteilung erfolgt nach Pilot im linken Sitz (*crew member 1 – CM1*) und Pilot im rechten Sitz (*crew member – CM2*). Das Verfahren ist im OM B des Flugbetriebsunternehmens ebenfalls identisch festgehalten. Im vorliegend untersuchten schweren Vorfall betrifft CM1 den Kommandanten und CM2 den Copiloten. Dabei wird explizit die „*after landing checklist*“ wie folgt erwähnt:

Applicable to: ALL

AFTER LANDING CHECKLIST“AFTER LANDING CHECKLIST” ORDER **CM1**AFTER LANDING CHECKLIST COMPLETE..... **CM1 & CM2***Once the aircraft has cleared the runway and when called by the CM1, CM2 will read the appropriate checklist.*“AFTER LANDING CHECKLIST COMPLETE” ANNOUNCE **CM2****Abbildung 14:** Prüfliste nach der Landung (Kopie aus dem FCOM)

Bezüglich Zusammenarbeit im Cockpit bei abnormalen Situationen sind die Informationen im FCOM identisch mit denjenigen, die im OM Part-B publiziert sind (vgl. Kapitel 1.17.1.3).

Wie in Kapitel 1.1.3 zum Flugverlauf beschrieben, wurde um 08:40:40 UTC die Warnmeldung **ENG 2 OIL LO PR** generiert und im Cockpit auf der E/WD angezeigt. Der Öldruck zeigte zu diesem Zeitpunkt einen sinkenden Wert von 59 PSI an. Das gemäss dem ECAM anzuwendende Verfahren ist im FCOM wie folgt publiziert, wobei die roten Farbmarkierungen gemäss „*FCOM PROCEDURE LAYOUT*“ bedeuten, dass es sich um ein Notverfahren (*emergency procedure*) handelt. Zusätzlich wird festgehalten, dass alle Aktionen und Informationen, die auf dem ECAM erscheinen, in Grossbuchstaben publiziert sind:

ENG 1(2) OIL LO PR	
Ident.: PRO-ABN-70-00012075.0002001 / 14 SEP 12	
Applicable to: ALL	
<p>L2 ● If oil pressure is between 60 and 80 PSI: Only the ECAM amber caution title is displayed.</p> <p>L1 ● IF OIL PR < 60 PSI:</p> <p>L2 Check oil pressure indication on ENG SD page.</p> <p>L1 THR LEVER (OF AFFECTED ENGINE)..... IDLE ENG MASTER (OF AFFECTED ENGINE)..... OFF</p> <p>L12</p>	
ASSOCIATED PROCEDURES	
<p>ENG 1(2) SHUT DOWN</p> <p>Apply the ENG SHUT DOWN procedure (Refer to PRO-ABN-70-I ENG 1(2) SHUT DOWN).</p> <p><i>Note:</i> If oil pressure is low (< 60 PSI) is indicated only on ENG SD page (red indication) without the ENG OIL LO PR red warning, it can be assumed, that the oil pressure transducer is faulty. Flight crew may continue engine operation while monitoring other engine parameters.</p>	

Abbildung 15: Verfahren bei zu tiefem Triebwerköldruck (Kopie aus dem FCOM)

Nachdem das Triebwerk ENG 2 abgestellt worden war, wurde auf dem E/WD ein ECAM-Verfahren entsprechend folgendem FCOM-Verfahren angezeigt:

ENG 1(2) SHUT DOWN	
Applicable to: YU-APA, YU-APB, YU-APE, YU-APF	
Ident.: PRO-ABN-70-I-00012130.0010001 / 01 APR 11	
L2	This alert triggers when ENG 1(2) is shut down
L1	LAND ASAP (AMBER)
	● If wing Anti-ice ON:
	■ If Elec Emer Config:
	PACK 1OFF
L2	<i>In Emer Elec, only Pack 1 pb-sw can be controlled off.</i>
L1	■ If not Elec Emer Config:
	PACK (AFFECTED SIDE) OFF
L2	<i>One pack must be closed when wing anti-ice is in use due to precooler performance.</i>
L1	X BLEED (IF ENG FIRE PB NOT PUSHED).....OPEN
L2	<i>X BLEED pb-sw must be opened to have symmetrical wing anti-icing.</i>
L1	ENG MODE SEL.....IGN
L2	<i>Continuous ignition is selected, in order to protect the remaining engine.</i>
L1	● IF NO FUEL LEAK:
	IMBALANCE.....MONITOR
	TCAS MODE SEL TA

Abbildung 16: Verfahren zum Abstellen des Triebwerks (Kopie aus dem FCOM)

Die bernsteinfarbene (*amber*) Aufforderung LAND ASAP bedeutet für die Flugbesatzung: *consider landing at the nearest suitable airport*, d. h. dass sie eine Landung auf dem nächstgelegenen, geeigneten Flughafen in Betracht ziehen soll (vgl. Kapitel 1.17.1.3).

1.17.1.5 Verfahrensvorgaben im QRH

Einleitend ist im *quick reference handbook* (QRH) Folgendes festgehalten:

„The QRH contains some specific procedures which are not displayed on the ECAM.

As a general rule, the procedures displayed on the ECAM are not provided in the QRH (refer to FCOM PRO/ABN).“

Die Verfahren im QRH sind grundsätzlich in Prüflistenform publiziert und getrennt nach den Aufgaben des PF und PNF. Die Prüflisten sind also eine Ergänzung zu den im OM B festgehaltenen Verfahren für die einzelnen Flugphasen. Sie sind im QRH unter „*NORMAL PROCEDURES*“ in Anlage 5 festgehalten.

Im Weiteren sind auf dem hinteren äusseren Umschlag des QRH die verschiedenen Prüflisten publiziert, die während eines normalen Fluges abgearbeitet werden müssen. Chronologisch aufgeführt betrifft dies in Bezug auf den vorliegend untersuchten schweren Vorfall die folgenden Prüflisten, die auch im OM B (vgl. Kapitel 1.17.1.3) angesprochen werden:

AFTER TAKEOFF / CLIMB	
LDG GEAR.....	UP
FLAPS.....	RETRACTED
PACKS.....	ON
BARO REF.....	___ SET (BOTH)

APPROACH	
BRIEFING.....	CONFIRMED
ECAM STATUS.....	CHECKED
SEAT BELTS.....	ON
BARO REF.....	___ SET (BOTH)
MINIMUM.....	___ SET (BOTH)
ENG MODE SEL.....	AS RQRD


LANDING	
CABIN CREW.....	ADVISED
A/THR.....	SPEED/OFF
AUTOBRAKE.....	AS RQRD
ECAM MEMO.....	LDG NO BLUE
- LDG GEAR DN	
- SIGNS ON	
- CABIN READY ()	
- SPLRS ARM	
- FLAPS SET	

Abbildung 17: Prüflisten auf dem Umschlag des QRH (Kopie aus dem QRH)

1.17.1.6 Verfahrensvorgaben im Trainingsmanual

Für abnormale Situationen gibt das FCTM bezüglich Arbeitsteilung und des Umgangs mit dem ECAM im Kapitel „OPERATIONAL PHILOSOPHY“ unter anderem folgende zusätzliche Hinweise [Fettdruck im Original]:

„TASK SHARING RULES

When the ECAM displays a warning or a caution, the first priority is to ensure that a safe flight path is maintained. The successful outcome of any ECAM procedure depends on: Correct reading and application of the procedure, effective task sharing, and conscious monitoring and crosschecking.

It is important to remember that, after ECAM ACTIONS announcement by the PF:

- *The PF's task is to fly the aircraft, navigate, and communicate.*
- *The PNF's task is to manage the failure, on PF command.*

The PF usually remains the PF for the entire flight, unless the Captain decides to take control. The PF will then control the aircraft's flight path, speed, configuration, and engines. The PF will also manage navigation and communication, and initiate the ECAM actions to be performed by the PNF, and check that the actions are completed correctly.

The PNF has a considerable workload: Managing ECAM actions and assisting the PF on request. The PNF reads the ECAM and checklist, performs ECAM actions on PF command, requests PF confirmation to clear actions, and performs actions required by the PF. The PNF never touches the thrust levers, even if requested by the ECAM.

Some selectors or pushbuttons (including the ENG MASTER switch, FIRE pushbutton, [...] and, in general, all guarded switches) must be crosschecked by both the PF and PNF (except on ground), before they are moved or selected, to prevent the flight crew from inadvertently performing irreversible actions. [...].

Crew Coordination

PF	PNF
First pilot who notices: MASTER CAUTION/MASTER WARNING.... RESET ANNOUCE "TITLE OF FAILURE"	
FLY THE AIRCRAFT ORDER ECAM ACTIONS (2)	ECAM CONFIRM (1)
(3) ECAM ACTIONS COMPLETE .. CHECK CONFIRM CLEAR	ECAM ACTIONS / OEB .. PERFORM REQUEST .. CLEAR "name of SYS"? ECAM CLEAR
(4) CONFIRM CLEAR	SYSTEM PAGE ANALYSE REQUEST .. CLEAR "name of SYS"? SYSTEM DISPLAY CLEAR
CONFIRM STATUS (5) CONFIRM REMOVE STATUS	ANNOUNCE STATUS? STATUS READ REQUEST REMOVE STATUS? STATUS REMOVE (6) ANNOUNCE ECAM ACTIONS COMPLETED
SITUATON ASSESSEMENT/DECISION	

[...]"

1.18 Zusätzliche Angaben

1.18.1 Landungen ohne Freigabe

Die Flugbesatzung quittierte die Aufforderung des FVL der Anflugleitstelle (*approach*), auf die Platzfrequenz zu wechseln. Der Platzverkehrsleiter wurde aber bis nach der Landung nicht aufgerufen, und die Flugbesatzung landete ohne entsprechende Freigabe. Die betroffenen FVL sagten aus, dass ihnen bewusst war, dass es sich aufgrund der Meldung eines Triebwerkausfalls mit dem Verlangen einer sofortigen Rückkehr zum Flughafen um einen Notfall handelte, auch wenn die Flugbesatzung nicht explizit eine Notlage deklarierte. Die FVL hatten deshalb den restlichen Flugverkehr entsprechend organisiert und die Piste 28 für Flug ASL 371 frei gehalten. In diesem Zusammenhang war die Landefreigabe für die beteiligten FVL zweitrangig.

Landungen ohne Landefreigabe sind seltene Vorfälle und enden meist ohne gefährliche Folgen oder Verkehrskonflikte. Dennoch bergen sie ein gewisses Sicherheitsrisiko. Eine genauere Betrachtung von 37 Meldungen (*reports*) an das *aviation safety reporting system* (ASRS) der NASA²⁶ führte bei der Analyse der beitragenden Faktoren u. a. zu folgenden Feststellungen:

- Frequenzwechsel: in den meisten Fällen blieb ein Wechsel auf die Turmfrequenz aus; in mehr als der Hälfte der Fälle war die Anflugfrequenz gewählt.
- Arbeitsbelastung: Mehr als die Hälfte der Meldungen machten eine hohe Arbeitsbelastung (*high workload*) im Endanflug geltend.

²⁶ NASA: *National Aeronautics and Space Administration*, Nationale Aeronautik- und Raumfahrtbehörde

Weiter wurden Möglichkeiten aufgezeigt, wie das Risiko vor Landungen ohne Freigaben verringert werden könnte, sei es z. B. durch das Einschalten der Lichter nach Erhalt der Landefreigabe mit der Position des Schalters als *visual reminder* oder das konsequente Wechseln auf die Turmfrequenz nach Abarbeiten der Prüfliste vor der Landung (*landing checklist*).

1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken

Keine

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Gemäss den vertieften Abklärungen führte höchstwahrscheinlich Materialermüdung der Kühlrohre zum Leck im luftgekühlten Ölkühler (*air cooled oil cooler – ACOC*) (vgl. Kapitel 1.16); dieser Defekt war Auslöser für den hier untersuchten schweren Vorfall.

Unbefriedigend ist die Tatsache, dass nicht mehr mit Bestimmtheit festgestellt werden konnte, um was für ein Bauteil es sich beim defekten ACOC handelte. Sicher ist gemäss Hersteller nur, dass es kein OEM²⁷-Bauteil war. Gemäss der technischen Buchhaltung des Flugbetriebsunternehmens wie auch gemäss den Auskünften des früheren Flugzeugbesitzers hätte das Bauteil die S/N 3427 haben sollen. Diese wird durch die der Untersuchung zur Verfügung stehenden Papiere bestätigt (vgl. Kapitel 1.6.2.2.2). Die Klebstoffspuren am defekten Bauteil könnten auch den Schluss zulassen, dass das defekte Bauteil eine andere S/N als 0008 aufwies, das entsprechende Beschriftungsschild sich jedoch, aus was für Gründen auch immer, gelöst hatte und verloren ging.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Allgemeines

Ein technischer Fehler, der zum Abstellen eines Triebwerks führt, bedeutet nicht grundsätzlich, dass es sich um einen schweren Vorfall handelt. Da jedoch die Auswertung des Flugverlaufs Risiken in betrieblicher Hinsicht zeigten, wurde die Situation als schwerer Vorfall eingestuft und in der Folge untersucht.

2.2.2 Flugbesatzung

Gemäss den Gesprächsaufzeichnungen im Cockpit wurde die Warnmeldung (*master warning*) ENG 2 OIL LO PR umgehend vom Kommandanten angesprochen. Dieses Verhalten war situationsgerecht und schloss den Copiloten in die Lage mit ein, zumal der Autopilot zu diesem Zeitpunkt noch nicht zugeschaltet war und der Copilot als PF seine Aufmerksamkeit in erster Linie der Steuerung des Flugzeuges zuwandte. Unverzüglich darauf verlangte der Kommandant einen „*immediate return to the airport*“. Er traf diesen Entscheid, ohne mit dem Copiloten darüber gesprochen zu haben und ohne unter Zeitdruck zu stehen. Dies widerspricht den Grundsätzen des *crew resource management* (CRM) in einem Zweimann-Cockpit und steht im Widerspruch zum guten CRM-Verhalten, das dem Kommandanten während der Ausbildung mehrmals attestiert wurde (vgl. Kapitel 1.5.1.1.2).

Das weitere Vorgehen der Flugbesatzung wurde durch diesen raschen Entscheid des Kommandanten beeinflusst. Die dadurch hervorgerufene Hektik zieht sich wie ein roter Faden durch den weiteren Flugverlauf. Hinzu kommt, dass sich der Kommandant durch seinen Entscheid, der durch die Flugverkehrsleitung optimal unterstützt wurde, von Beginn weg mit Funkgesprächen unnötig belastete. Dadurch wurde allen anderen relevanten Faktoren zur sicheren Durchführung des bevorstehenden Anfluges zu wenig Beachtung geschenkt. Die folgenden Punkte sollen diese Schlussfolgerung belegen.

Die Warnmeldung ENG 2 OIL LO PR ist eine rote Warnung, die als Warnung höchster Priorität eine umgehende Reaktion der Flugbesatzung verlangt. Die ers-

²⁷ OEM: *original equipment manufacturer*. Ein OEM-Bauteil ist ein Original-Bauteil, das vom Flugzeughersteller selbst oder von einem seiner Zulieferer hergestellt wird.

ten beiden auszuführenden Punkte des ECAM-Verfahrens, nämlich den Leistungshebel des entsprechenden Triebwerks in die Leerlaufstellung (*idle*) zu nehmen und den entsprechenden *master switch* in die Stellung OFF zu setzen, hätten deshalb grösste Priorität genossen (vgl. Kapitel 1.17.1.4, Abbildung 14).

Bedingt durch die Kommunikation mit dem FVL verging nach dem Auslösen der Warnmeldung über 1 Minute, bis der Leistungshebel in die Leerlaufstellung gebracht wurde. Der *master switch* musste zweimal angesprochen werden und erst 1 Minute und 35 Sekunden nach dem Erscheinen der Warnmeldung wurde dieser in die Stellung OFF gesetzt.

Das Abarbeiten der ersten beiden ECAM-Anweisungen entsprach zudem nicht den Verfahrensvorgaben im OM B (vgl. Kapitel 1.17.1.3 „*crew coordination*“), weil eine saubere Trennung von verlangten und ausgeführten Aktionen von PF und PM auf den Gesprächsaufzeichnungen nicht erkennbar ist (vgl. Kapitel 1.17.1.3, „*tasksharing*“). Dies gilt auch für die weiteren Verfahren.

Nachdem der Copilot die *after takeoff/climb checklist* verlangt hatte und diese von der Flugbesatzung abgearbeitet worden war, erwähnte der Kommandant kurz das *approach briefing*. Ohne dass der Copilot ein solches hätte ansprechen können, erfolgte eine vom Kommandanten stark geprägte Diskussion über den Vorteil eines Sichtanfluges (*visual approach*) von der gegenwärtigen Position aus. Zweifellos fanden dabei Höhe und Geschwindigkeit des Flugzeuges sowie der Rückenwind von fast 50 kt nicht die nötige Beachtung (vgl. Anlage 2 und 3).

Der Entscheid für eine unverzügliche Rückkehr zum Flughafen erfolgte ohne eine Situationsanalyse, wie sie vom Flugbetriebsunternehmen im OM B im Kapitel „3.10.1 *Evaluate situation (TARD)*“ (vgl. Kapitel 1.17.1.3) festgehalten ist. Diese sollte nach dem Ausführen der Prüfliste durchgeführt werden. Im vorliegend untersuchten schweren Vorfall ist dem Entscheid einer unverzüglichen Rückkehr keine solche Situationsanalyse vorausgegangen.

Eine solche hätte aufgrund der Warnmeldung ENG 2 OIL LO PR bedeutet, dass zuerst die Prüfliste (mindestens die ersten beiden Punkte des ECAM-Verfahrens) abgearbeitet worden wäre, bevor die Kommunikation mit dem FVL begonnen hätte. Während dieser Zeit wäre die Flugbesatzung entlang der Standardinstrumentenabflugroute (*standard instrument departure – SID*) gemäss der Freigabe DEGES 2L (vgl. Anlage 1) immer in der Nähe des Flughafens geblieben und eine Radarführung zu einem Anflug auf eine der drei Pisten wäre jederzeit möglich gewesen.

Eine Situationsanalyse hätte ferner gezeigt, dass kein Anlass für eine unverzügliche Rückkehr bestand. Auch die Aufforderung LAND ASAP die bernsteinfarben (*amber*) auf dem ECAM angezeigt wurde (vgl. Kapitel 1.17.1.4, Abbildung 16), verlangte dies per Definition nicht (vgl. Kapitel 1.17.1.3 und 1.17.1.4).

Die Option eines Instrumentenanfluges auf eine der über 1 km längeren Pisten 34/16 oder 14, mit einem normalen Gleitwegwinkel von 3°, wurde nicht in Betracht gezogen. Die vom Kommandanten erwähnte Überlegung, wegen der *windmilling time* nicht in eine Warteschlange zu fliegen und wegen eines möglichen Ausfalls des verbleibenden Triebwerks in VMC und über dem Gleitweg zu bleiben, vermag nicht zu überzeugen. Entscheidend ist in einem solchen Fall, die Treibstoffzufuhr raschmöglichst zu stoppen. Die *windmilling time* ist nicht von Bedeutung, sie mag wohl für die Wartung interessant sein, für den Piloten steht jedoch die sichere Durchführung des Fluges an erster Stelle. Einen möglichen Ausfall des verbleibenden Triebwerks in die Anflugplanung einzubeziehen, erscheint mit Blick auf die im vorliegenden Fall äusserst geringe Eintrittswahrscheinlichkeit als wenig praxisbezogen. Vor dem Hintergrund des daraus folgenden unstabilisierten Anfluges wurde hier diesem Aspekt zu hohe Priorität eingeräumt.

Mit obiger Begründung des Kommandanten hätte der Vorfall gemäss OM B Kapitel 3.10.3 *Risk Level* (vgl. Kapitel 1.17.1.3) mindestens als „*moderate non-normal*“ eingestuft werden müssen, was zumindest das Absetzen einer Dringlichkeitsmeldung (PAN PAN) und eine Information an die Kabinenbesatzung und die Passagiere bedingt hätte; beides blieb jedoch aus. Dadurch war es der Kabinenbesatzung nicht möglich, sich auf die bevorstehende Landung und allfällige Handlungen danach mental vorzubereiten.

Die eingangs erwähnte Hektik fand ihre Fortsetzung in einem gegenüber dem ILS-Anflug verkürzten Sichtanflug. Aufgrund von Position, Höhe und Geschwindigkeit konnte das Flugzeug auf dem von der Flugbesatzung gewählten Flugweg letztlich nicht zu einem stabilisierten Endanflug geführt werden (vgl. Anlage 4).

Für die Steuerung des Flugzeuges wurden in der Folge bei der Besatzung unnötig viele Ressourcen gebunden. Ein *approach briefing* wurde daher nur ansatzweise durchgeführt. Das Überschreiten der Querlage von 30° auf bis zu 37.27° war flugtechnisch eine logische Folge der zu hohen Geschwindigkeit beim Eindrehen in den Endanflug. Die zu hohe Querlage wurde jedoch vom Kommandanten in seiner überwachenden Funktion gemäss den Verfahrensvorgaben des Flugbetriebsunternehmens nicht angesprochen. Ebenso wurden in der Folge im Endanflug die Widerstände, d. h. Fahrwerk und Landeklappen, bei nahezu maximal zulässiger Geschwindigkeit für die entsprechenden Stellungen ausgefahren.

Die zu hohe Geschwindigkeit konnte jedoch nicht reduziert werden, weil sich das Flugzeug beim Ausfahren des Fahrwerks immer noch 1700 ft über dem nominalen Gleitweg befand. Beim Versuch, auch für den *visual approach* einen Gleitweg von rund 3° anzustreben, erhöhte sich die Sinkrate auf einen maximalen Wert von 2880 ft/min. Während des ganzen Endanfluges bis zum Aufsetzen (*touchdown*) blieb das verbleibende Triebwerk im Leerlauf. Dieser Umstand birgt unter anderem das Risiko, dass die Flugbesatzung aufgrund der triebwerkbedingten Leistungsverzögerung (*spool up delay*) nicht unverzüglich den für einen sicheren Durchstart verlangten positiven Lagewinkel (*nose up attitude*) einnehmen kann. Auch das vom Kommandanten ins Spiel gebrachte geringere Giermoment (*yaw moment*) bei Leerlaufstellung vermag nicht zu überzeugen, denn dieses wäre auch bei einem stabilisierten Endanflug unproblematisch gewesen.

Die in den entsprechenden Handbüchern definierten Kriterien für *call outs* bei Konfigurationsänderungen und während des Endanfluges wurden nicht beachtet (vgl. Kapitel 1.17.1.2 OM A Kapitel 8.3.0.6 „*Stabilized approach*“; Kapitel 1.17.1.3 OM B Abbildung 8 und Kapitel B03 „*Approach*“; Kapitel 1.17.1.4 Abbildung 12 und Kapitel 1.17.1.6 Abbildung 15). Im OM B (vgl. Kapitel 1.17.1.3, Abbildung 10) ist ferner festgehalten, was bei einem Anflug ab 1000 ft Funkhöhe über Grund vom PF respektive vom PM ausgerufen werden muss. Keiner dieser Ausrufe ist auf den Gesprächsaufzeichnungen hörbar. Es scheint gegeben, dass die Flugbesatzung während des Endanfluges unter grossem Druck stand.

Es finden sich in den Gesprächsaufzeichnungen im Weiteren auch keine Hinweise in Form von *call outs*, wie sie in Kapitel 1.17.1.6 festgehalten sind, dass das ECAM-Verfahren ENG 2 SHUT DOWN vollständig abgearbeitet wurde.

Vielmehr ist anzunehmen, dass nach dem Setzen des TCAS MODE *selector* auf TA (vgl. Abbildung 16) das ECAM-Verfahren nicht weiter abgearbeitet wurde, womit auf der EWD die Anweisung „*IMBALANCE... MONITOR*“ weiter angezeigt blieb und vom Copiloten auch so abgelesen wurde. Der Schluss liegt nahe, dass der Flugbesatzung als Folge davon die LDG *memo* auf der EWD nicht angezeigt wurde. Im Weiteren übersah die Flugbesatzung beim Abarbeiten der *landing checklist*, dass die *ground spoilers* nicht armiert waren.

Ein weiterer Hinweis für die Überlastung der Flugbesatzung ist die Tatsache, dass diese wohl noch einen Wechsel auf die Platzfrequenz vornahm, sich aber dort nicht mehr meldete und die Landung ohne Freigabe (*landing clearance*) erfolgte.

Auch nach dem *touchdown* sind keine der verlangten *call outs* (vgl. Kapitel 1.17.1.3, Abbildung 10) in den Gesprächsaufzeichnungen hörbar. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Flugbesatzung nicht realisierte, dass die *ground spoilers* nicht bereits beim *touchdown*, sondern erst dann ausfahren, als die Schubumkehr betätigt wurde. Erstaunlich ist das insofern nicht, als durch den späten Start der APU kurz vor dem Aufsetzen die *wheel page* nicht automatisch erschien und somit das Ausfahren der *ground spoilers* nicht überprüft werden konnte. Die *wheel page* hätte im vorliegenden Fall manuell gewählt werden müssen.

Dank dem Einsatz der Radbremsen unmittelbar nach dem *touchdown* hatte dieser Umstand keinen grösseren Einfluss auf die Landedistanz.

Die mangelnde Zusammenarbeit im Cockpit zeigte sich bis zum Schluss. Der Kommandant verlangte erst beim Erreichen des Standplatzes die „*after landing checklist*“ und der Copilot gab keine Bestätigung ab, ob dieser *check* gemacht worden war oder nicht.

Auch wenn die beiden Piloten gemäss den Bedingungen des Flugbetriebsunternehmens nicht mehr als unerfahren galten (vgl. Kapitel 1.17.1.2) und somit als Besatzung zusammen eingesetzt werden konnten, ist die SUST der Überzeugung, dass die noch geringe Erfahrung der beiden Piloten auf dem Flugzeugmuster Airbus im ganzen Zusammenspiel von verschiedenen Faktoren wie Flugverfahren, Flugwegwahl und technischen Problemen eine Rolle gespielt hat.

2.2.3 Flugbetriebsunternehmen

Die für die Flugbesatzungen vom Flugbetriebsunternehmen festgehaltenen Verfahrensvorgaben in den Handbüchern OM A und B, FCOM, FCTM und QRH sind grundsätzlich vollständig und entsprechenden den Vorgaben des Flugzeugherstellers. Es ist aber auch nicht zu übersehen, dass diese Unterlagen sehr umfangreich sind und es für die Flugbesatzungen nicht einfach ist, zusammengefasst die für einen sicheren Flugbetrieb notwendigen Informationen zu finden. Im Folgenden seien ein paar Beispiele aufgeführt:

Im OM A, in dem allgemeine, nicht flugzeugspezifische Verfahrensvorgaben enthalten sind, werden korrekterweise CRM-Prinzipien aufgeführt (vgl. Kapitel 1.17.1.2). Es finden sich jedoch keine Hinweise über die grundsätzlichen Punkte, die z. B. ein *approach briefing* enthalten muss. Das *approach briefing* wird im OM B (vgl. Kapitel 1.17.1.3) wie auch im QRH (vgl. Kapitel 1.1.7.1.6) zwar erwähnt, was es jedoch als grundlegende Pfeiler für einen erfolgreichen Anflug beinhalten soll, ist nirgends zu finden.

Das OM B enthält zusätzliche Verfahren, die nicht im FCOM des Flugzeugherstellers aufgeführt sind. Diese Verfahren helfen der Flugbesatzung und stellen deshalb eine sinnvolle Ergänzung zu den Verfahrensvorgaben des Flugzeugherstellers dar. Das OM B des Flugbetriebsunternehmens beschränkt sich jedoch nicht auf die zusätzlichen Verfahrensvorgaben, es enthält zusätzlich viele Verfahren und Hinweise, die wortwörtlich dem FCOM entnommen sind. Eine solche Doppelspurigkeit erschwert den Flugbesatzungen die Übersicht und ist deshalb wenig pilotenfreundlich. Es ist auch nicht einzusehen, warum im OM B die deckungsgleichen Verfahren, die im FCOM unter „*Abnormal and Emergency Procedures*“ aufgeführt sind, im OM B mit „*Non-Normal Procedures*“ überschrieben werden. Allein die Seitenzahlen der beiden Handbücher, nämlich 769 Seiten für das OM B und 5390 Seiten für das FCOM, zeigen, dass eine Übersicht kaum noch möglich ist und es

darf daran gezweifelt werden, ob Verfahrensrevisionen in diesen Handbüchern von den Flugbesatzungen noch erkannt, geschweige denn verarbeitet werden können.

2.2.4 Flugverkehrsleitung

Die Flugverkehrsleitung unterstützte die Flugbesatzung von Beginn weg optimal. Sie handelte sicherheitsbewusst, indem sie auch ohne vorliegende Dringlichkeitsmeldung (PAN PAN) oder Notmeldung (MAYDAY) sofort eine Notlage erkannte und die Piste 28 für Flug ASL 371 freihielt und den übrigen Flugverkehr umorganisierte. Sie überwachte den Flugweg und machte die Flugbesatzung 6 NM vor der Pistenschwelle darauf aufmerksam, dass sie für einen Direktanflug hoch sei. Diese Meldung war der Situation angepasst und vorausschauend.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Flugzeug war zum Verkehr nach Instrumentenflugregeln (*instrument flight rules – IFR*) zugelassen.
- Sowohl Masse als auch Schwerpunkt des Flugzeuges befanden sich zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls innerhalb der gemäss AFM zulässigen Grenzen.
- Höchstwahrscheinlich führte Materialermüdung der Kühlrohre zum Leck im luftgekühlten Ölkühler (*air cooled oil cooler – ACOC*).
- Der defekte luftgekühlte Ölkühler (*air cooled oil cooler – ACOC*) war kein OEM-Bauteil.
- Die Untersuchung ergab ansonsten keine Anhaltspunkte für vorbestehende technische Mängel, die den schweren Vorfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

3.1.2 Besatzung

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

3.1.3 Verlauf der schweren Vorfalls

- Um 08:39:42 UTC hob das Flugzeug ab. Die Aufzeichnungen zeigen beim rechten Triebwerk (*right engine – ENG 2*) zu diesem Zeitpunkt eine Ölquantität von 4.25 QTS, die innerhalb der nächsten 23 Sekunden auf null sank.
- Um 08:40:40 UTC wurde im Cockpit die Warnmeldung (*master warning*) ENG 2 OIL LO PR generiert und auf dem *electronic centralized aircraft monitoring* (ECAM) angezeigt, verbunden mit einem akustischen Warnton (*chime*).
- Ohne mit dem Copiloten Rücksprache genommen zu haben, verlangte der Kommandant vom Flugverkehrsleiter (FVL) eine Radarführung zur sofortigen Rückkehr zum Flughafen.
- Um 08:41:44 UTC begann der Kommandant mit dem Abarbeiten des ECAM-Verfahrens und 31 Sekunden später, respektive 1 Minute und 35 Sekunden nach dem Erscheinen der Warnmeldung auf dem ECAM, wurde der ENG 2-Hauptschalter (*master switch*) in die Position OFF gebracht.
- Als der Copilot um 08:44:09 UTC die Ausführung der *after takeoff/climb checklist* vorschlug, erwähnte der Kommandant, dass es das Beste wäre, von ihrer Position aus einen Sichtanflug (*visual approach*) auf die Piste 28 durchzuführen. Der Copilot intervenierte nicht.
- Ein eindeutiges Durchführen der *after takeoff/climb checklist* ist aus den Aufzeichnungen nicht erkennbar.
- Um 08:44:25 UTC verlangte die Flugbesatzung einen *visual approach*. Der FVL kam diesem Verlangen nach und gab der Flugbesatzung die Anweisung, auf einen westlichen Steuerkurs zu drehen.
- Die Aufzeichnungen zeigen, dass die Flugbesatzung um 08:44:57 UTC diesen Steuerkurs wählte. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt

knapp 3 NM nördlich der Pistenachse der Piste 28. Die Flughöhe betrug 7000 ft QNH und die angezeigte Geschwindigkeit 252 kt.

- Einige Sekunden später wurde im Cockpit im Sinne eines *approach briefing* gesprochen. Die hohe Geschwindigkeit wurde angesprochen und es wurde festgehalten, dass das Flugzeug für den Anflug etwas hoch sein würde.
- Um 08:45:42 UTC querte das Flugzeug die Anflugachse der Piste 28 mit einer IAS von 250 kt auf einer Flughöhe von 6150 ft QNH und damit rund 1750 ft über dem nominalen Gleitweg von 3.3°. Die Distanz zur Pistenchwelle betrug 8.8 NM und 3 Sekunden später wurde eine maximale Querlage 37.27 Grad erreicht.
- Um 08:45:59 UTC wurden in gegenseitiger Absprache die *speed brakes* ausgefahren.
- In der Folge wurden die Landeklappen und das Fahrwerk knapp unterhalb der entsprechenden maximalen zulässigen Geschwindigkeiten ausgefahren. Die Sinkrate betrug in dieser Phase konstant über 1000 ft/min, mit einem Höchstwert von mehr als 3000 ft/min.
- Auf einer Funkhöhe (*radio height – RH*) von 1000 ft betrug die Sinkrate 1320 ft/min und die angezeigte Geschwindigkeit 195 kt. Unmittelbar darauf wurden die *speed brakes* eingefahren.
- Auf einer RH von 500 ft betrug die Sinkrate 1115 ft/min und die angezeigte Geschwindigkeit 149 kt. Sie lag damit 9 kt über der korrekten Anfluggeschwindigkeit von 140 kt. Das verbleibende Triebwerk blieb während des Endanflugs bis nach der Landung im Leerlauf.
- Als die Flugbesatzung die *landing checklist* abarbeitete, stand ihr die LDG *memo* nicht zur Verfügung, da zu diesem Zeitpunkt noch nicht alle Anweisungen des ECAM-Verfahren ENG 2 SHUT DOWN ausgeführt worden waren.
- Die *landing checklist* wurde nicht bis zum Schluss abgearbeitet, denn die *ground spoilers* wurden nicht armiert.
- Um 08:48:38 UTC setzte das Flugzeug 320 m nach der Pistenschwelle mit einer IAS von 136 kt zuerst mit dem linken und 2 Sekunden später mit dem rechten Hauptfahrwerk auf.
- Verzögerungslos wurden darauf die Bremspedale betätigt. Die *ground spoilers* fuhren nicht aus, was von der Flugbesatzung nicht wahrgenommen wurde.
- 7 Sekunden später, als die Flugbesatzung die Schubumkehr betätigte, fuhren die *ground spoilers* systembedingt aus.
- Das Flugzeug kam rund 60 m nach der Kreuzung der Piste 28 mit der Piste 16 zum Stillstand.
- Das Flugzeug rollte mit eigener Kraft zum zugewiesenen Standplatz. Passagiere und Besatzung, die während des ganzen Fluges nie durch die Flugbesatzung orientiert worden waren, konnten das Flugzeug auf normalem Weg verlassen.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Das Wetter hatte keinen nachteiligen Einfluss auf den Verlauf des schweren Vorfalles.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass die Flugbesatzung überhastet und ohne vorausgehende Situationsanalyse einen risikobehafteten Landeanflug einleitete, nachdem sie aufgrund eines Lecks im luftgekühlten Ölkühler kurz nach dem Start das rechte Triebwerk abgestellt hatte.

Die folgenden Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Mangelnde Zusammenarbeit (*crew resource management*) der Flugbesatzung;
- Nicht-Befolgen von systemtechnischen und betrieblichen Vorgaben;
- Geringe Erfahrung der Flugbesatzung auf dem Vorfallmuster.

Die Untersuchung hat folgende Faktoren ermittelt, welche die Entstehung und den Verlauf des schweren Vorfalls zwar nicht beeinflusst haben, die aber dennoch ein Sicherheitsrisiko (*factors to risk*) darstellen:

- Nicht sofortiges Abstellen des Triebwerks nach erfolgter Warnmeldung (*master warning*);
- Die Flugbesatzung landete das Flugzeug, ohne eine Landefreigabe erhalten oder verlangt zu haben.

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

4.1 **Sicherheitsempfehlungen**

Keine

4.2 **Sicherheitshinweise**

Keine

4.3 **Seit dem schwerem Vorfall getroffene Massnahmen**

Das Flugbetriebsunternehmen hat eine eigene Untersuchung des schweren Vorfalls durchgeführt und die Ergebnisse in einem entsprechenden internen Rapport festgehalten. Als Lehren aus dem schweren Vorfall hat das Flugbetriebsunternehmen folgende Sicherheitsempfehlungen publiziert:

- *„Flight crew remedial training emphasizing procedural discipline, situational awareness, standard ATC & cabin communication as well as decision making skills*
- *Safety bulletin info to be published for all pilots*
- *Present ZRH incident on next Safety Seminar*
- *Check maintenance logs/historical data for similar failures and consult Airbus*
- *Review ERP^[28] procedures NOC^[29] duties”*

Payerne, 14. November 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).

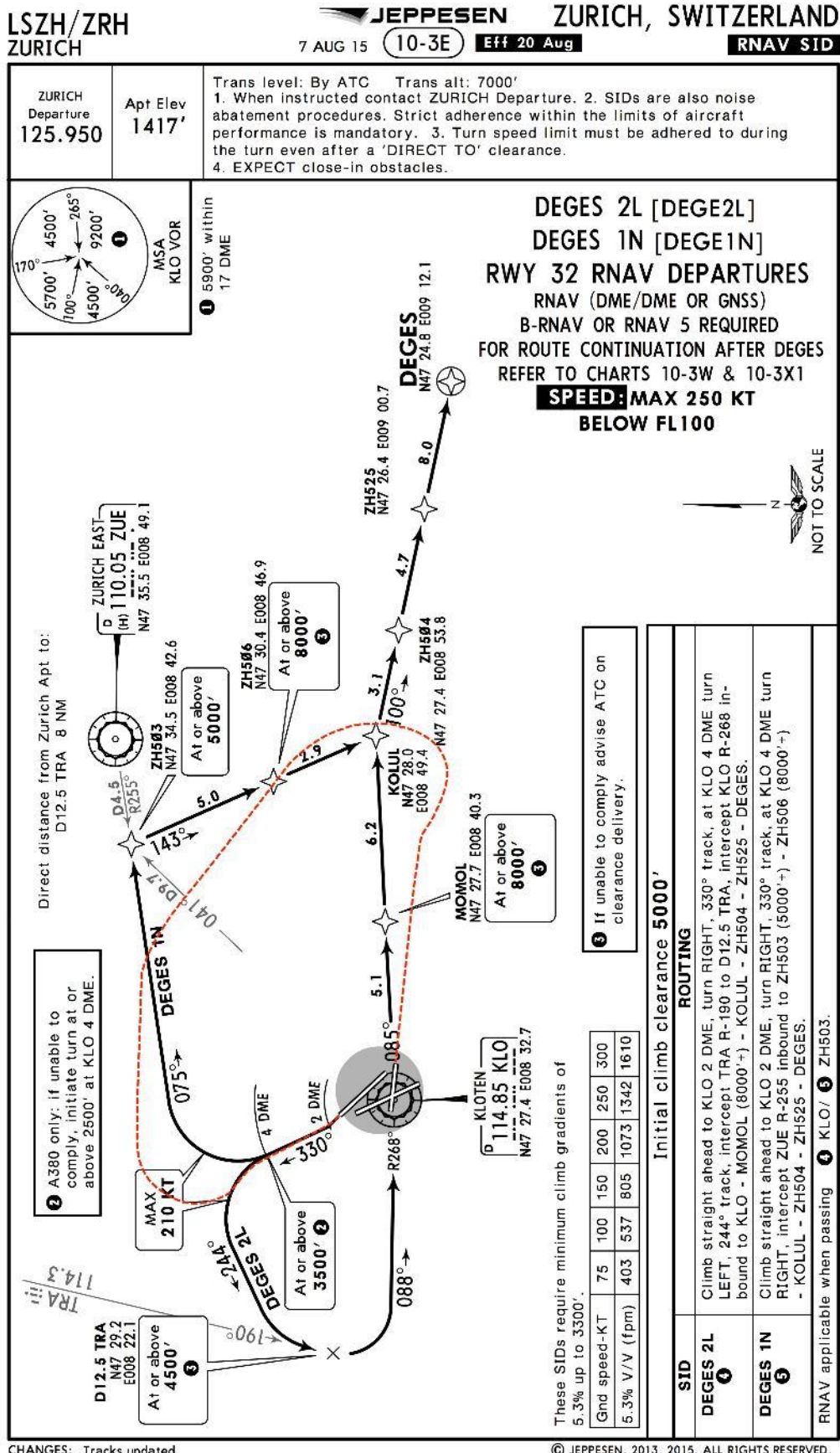
Bern, 3. November 2016

²⁸ ERP: *emergency refresher program*

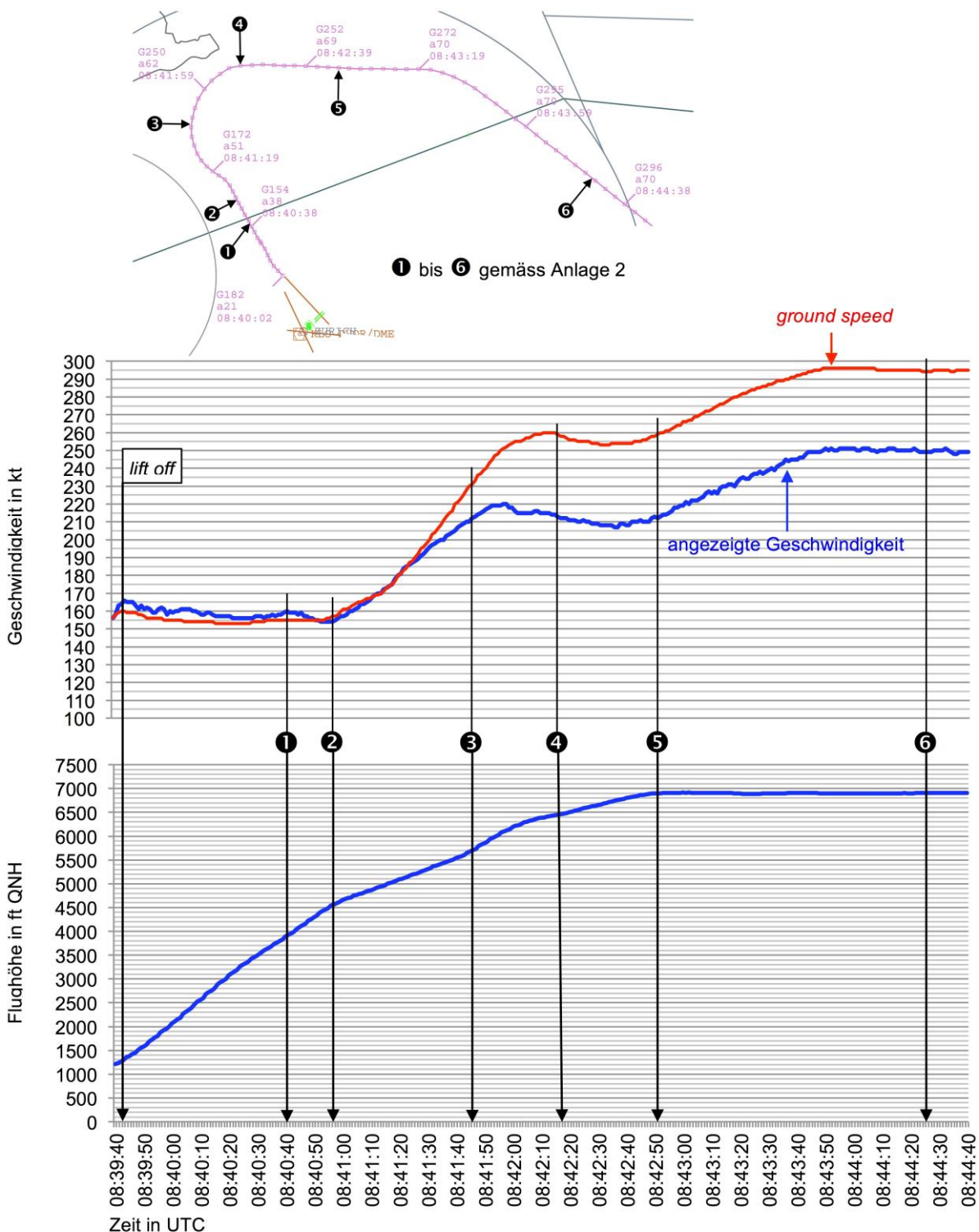
²⁹ NOC: *network operations center*

Anlagen

Anlage 1: Standardabflugverfahren DEGES 2L

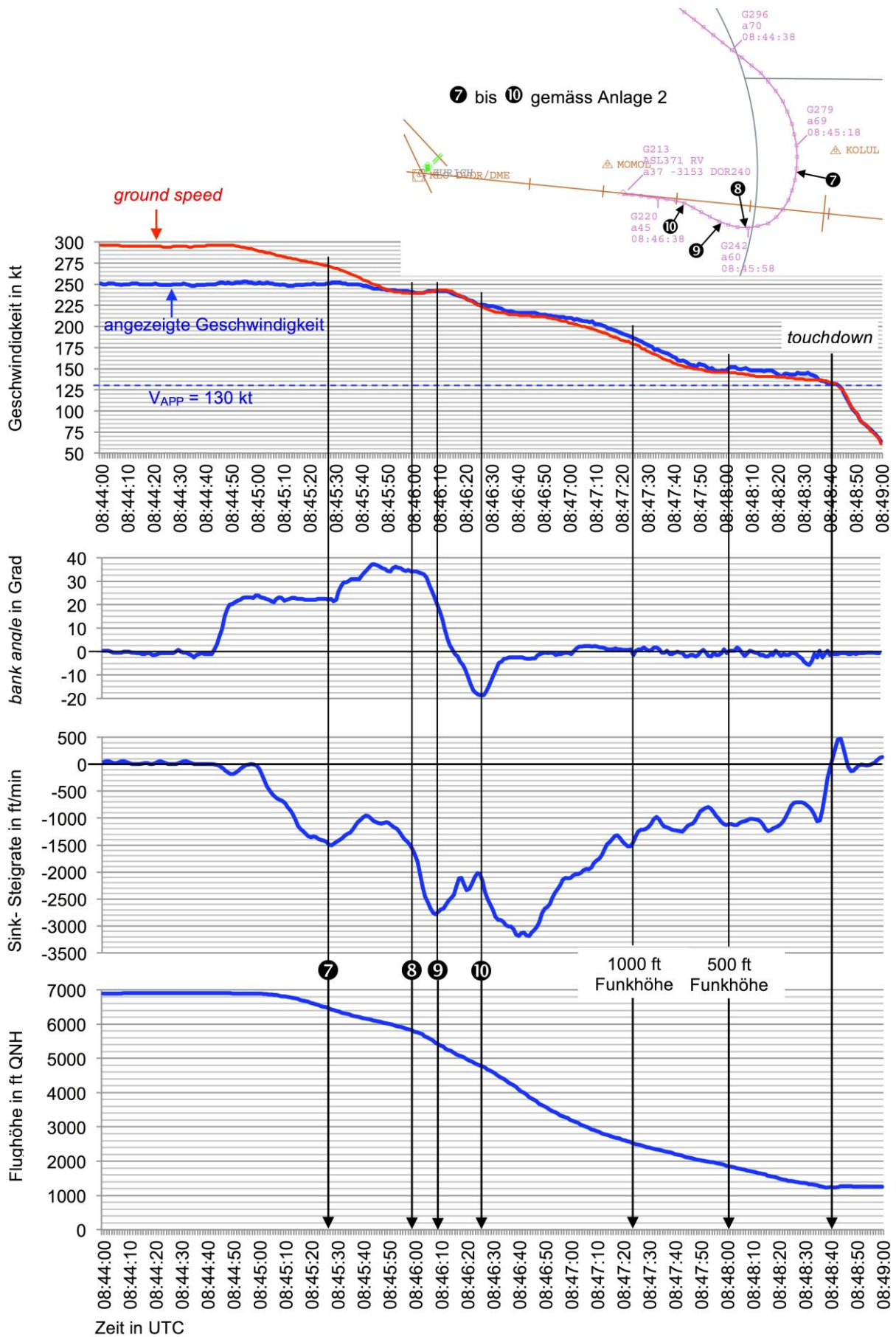


Anlage 3: Flugverlauf nach dem Start




- ❶ 08:40:40 UTC Die Warnmeldung ENG2 OIL LO PR wird ausgelöst
- ❷ 08:40:56 UTC Der Kommandant meldet Folgendes: „Air Air Serbia uh three seven one, request immediately return to the airport please.“
- ❸ 08:41:44 UTC Der Kommandant beginnt mit dem Abarbeiten des ECAM-Verfahrens
- ❹ 08:42:15 UTC Der Hauptschalter für das rechte Triebwerk wird in die Position OFF gebracht.
- ❺ 08:42:51 UTC Die Flugbesatzung bestätigt: „Uh yes we are ready and uh..please radar vectoring for runway two eight, uh maybe we will prefer from this position visual approach for two eight.“
- ❻ 08:44:25 UTC Die Flugbesatzung bestätigt, dass sie Sichtkontakt zur Piste 28 hat

Anlage 4: Flugverlauf beim Eindrehen und Fliegen des Endanfluges



Anlage 5: Verfahren gemäss QRH



AFTER TAKEOFF

PF	PNF
	APU BLEED pb-sw.....AS RQRD
	APU MASTER SW..... AS RQRD
	ENG MODE selector..... AS RQRD
	TCAS Mode selector  TA/RA
	ANTI ICE pb-sw..... AS RQRD
AFTER TAKEOFF/CLIMB C/L down to the line.....COMPLETE	AFTER TAKEOFF/CLIMB C/L down to the line..... COMPLETE


CLIMB

PF	PNF
MCDU..... PERF CLB	MCDU.....F-PLN
FCU/FMGS.....SET IF AP ON	FCU/FMGS..... SET IF AP OFF
•At transition altitude:	
BAROMETRIC REFERENCE.....SET STD/CROSSCHECK	BAROMETRIC REFERENCE.....SET STD/CROSSCHECK
AFTER TAKEOFF/CLIMB C/L below the line.....COMPLETE	AFTER TAKEOFF/CLIMB C/L below the line.....COMPLETE
RADAR..... ADJUST AS APPROPRIATE	ENG ANTI ICE..... AS RQRD
•At 10 000 ft:	
	LAND LIGHTS selector..... RETRACT
	SEAT BELTS sw..... AS RQRD
EFIS OPTION..... AS RQRD	EFIS OPTION..... AS RQRD
	ECAM MEMO.....REVIEW
	NAVAIDS..... CLEAR
	SEC F-PLN..... AS RQRD
	OPT/MAX ALT..... CHECK

DESCENT PREPARATION

PF	PNF
	WEATHER AND LANDING INFORMATION..... OBTAIN
LANDING PERFORMANCE..... CONFIRM	LANDING PERFORMANCE..... CHECK
FMS..... PREPARE	FMS PREPARATION.....CHECK
	GPWS LDG FLAP 3..... AS RQRD
LDG ELEV..... CHECK	
AUTO BRK..... AS RQRD	
APPR BRIEFING.....PERFORM	
TERR ON ND  AS RQRD	TERR ON ND  AS RQRD
RADAR..... ADJUST AS APPROPRIATE	
	ENG ANTI ICE pb-sw.....AS RQRD
	WING ANTI ICE pb-sw.....AS RQRD
	DESCENT CLEARANCE..... OBTAIN
CLEARED ALTITUDE ON FCU.....SET	

DESCENT	
PF	PNF
DESCENT.....INITIATE	
MCDU..... PROG/PERF DESCENT	MCDU.....F-PLN
DESCENT.....MONITOR/ADJUST	
•When the aircraft approaches the transition level, and when cleared for an altitude:	
BAROMETRIC REFERENCE..... SET/CROSSCHECK	BAROMETRIC REFERENCE..... SET/CROSSCHECK
	ECAM STATUS..... CHECK
•At 10 000 ft:	
	LAND LIGHTS selector.....SET
	SEAT BELTS sw..... ON
EFIS option pb.....CSTR	EFIS option pb.....CSTR
LS pb AS RQRD	LS pb..... AS RQRD
	RADIO NAV..... SELECT/IDENT
	ENG MODE selector..... AS RQRD
•If GPS PRIMARY not available:	
NAV ACCY..... CHECK	
APPROACH C/L.....COMPLETE	APPROACH C/L.....COMPLETE

AIRCRAFT CONFIGURATION FOR APPROACH	
PF	PNF
INITIAL APPROACH:	
F-PLN SEQUENCING.....ADJUST	
•Approx 15 nm from touchdown:	
APPR PHASE ACTIVATE or set green dot ⁽¹⁾	
MANAGED SPEED..... CHECK	
FLIGHT PATH..... MONITOR	NAV ACCURACY..... MONITOR
SPEED BRAKES lever..... AS RQRD	
RADAR..... ADJUST AS APPROPRIATE	
INTERMEDIATE/FINAL APPROACH:	
•At green dot:	
FLAPS 1.....ORDER	FLAPS 1..... SELECT
S SPEED..... CHECK OR SET ⁽¹⁾	
	TCAS TA or TA/RA
•At 2 000 ft AGL:	
FLAPS 2.....ORDER	FLAPS 2..... SELECT
F SPEED..... CHECK OR SET ⁽¹⁾	
•When FLAPS 2:	
L/G DOWN..... ORDER	L/G..... SELECT DOWN
	AUTO BRAKE.....CONFIRM
	GRND SPLRS..... ARM
	EXTERIOR LIGHTS..... SET
•When L/G down:	
FLAPS 3.....ORDER	FLAPS 3..... SELECT
	ECAM WHEEL PAGE.....CHECK



Continued from the previous page

PF	PNF
•When FLAPS 3:	
FLAPS FULL.....ORDER	FLAPS FULL..... SELECT
	VAPP..... CHECK OR SET ⁽¹⁾
	A/THR.....CHECK SPD or OFF
	WING A. ICE (if not required)..... OFF
SLIDING TABLE STOW	SLIDING TABLE STOW
	LDG MEMO..... CHECK NO BLUE
CABIN REPORT.....RECEIVE	CABIN REPORT.....RECEIVE
	CABIN CREW..... ADVISE
LDG C/L.....COMPLETE	LDG C/L.....COMPLETE
ANNOUNCE ANY FMA MODIFICATION	FLT PARAMETERS..... MONITOR
	Announce any deviation in excess of:
	• V/S: 1 000 ft/min
	• IAS: speed target +10 kt; VAPP -5 kt
	• PITCH: 2.5 ° nose down; 10 ° nose up
	• BANK: 7 °

(1) PF if AP is ON, PNF if AP is OFF. The PF may request that this action is performed by the PNF depending on the situation.