



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

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

Bereich Aviatik

Schlussbericht Nr. 2222 der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall des Flug-
zeuges DO328-100, HB-AES

betrieben durch SkyWork Airlines AG
unter der Flugnummer SRK 600

vom 14. März 2012

20 km südlich des Flughafens Zürich

Cause

L'incident grave est dû au fait que la soupape de décharge avant (*forward outflow valve*) n'était pas complètement fermée lors du décollage de l'avion commercial et qu'en conséquence, l'altitude cabine a supposé des valeurs trop élevées.

Un élément de commande mal configuré pour commander le système de pressurisation de la cabine qui n'a pas été remarqué par l'équipage a été déterminé comme cause directe de cet incident grave.

Les facteurs suivants ont contribué à l'incident grave:

- la commande de la soupape de décharge avant, qui est prévue pour l'utilisation en mode manuel (*manual mode*), agit également en mode de fonctionnement automatique ;
- la position de la soupape de décharge avant n'est pas indiquée à l'équipage.

Le facteur suivant n'a certes pas directement provoqué l'incident grave, mais a été identifié dans le cadre de l'enquête comme facteur à risque (*factor to risk*):

- la commandante et l'hôtesse de l'air ne pouvaient pas communiquer via l'interphone.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

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

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

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

Die deutsche Fassung dieses Berichts ist das Original und daher massgebend.

Alle Angaben beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf den Zeitpunkt des schweren Vorfalls.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) angegeben. Für das Gebiet der Schweiz galt zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls die mitteleuropäische Zeit (MEZ) als Normalzeit (*local time* – LT). Die Beziehung zwischen LT, MEZ und UTC lautet:
 $LT = MEZ = UTC + 1 \text{ h.}$

Inhaltsverzeichnis

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 Flugvorbereitung.....	9
1.1.4 Flugverlauf.....	9
1.1.5 Ort des schweren Vorfalls.....	12
1.2 Personenschäden	12
1.2.1 Verletzte Personen.....	12
1.2.2 Staatsangehörigkeit der Insassen des Luftfahrzeuges.....	12
1.3 Schaden am Luftfahrzeug	12
1.4 Drittschaden	12
1.5 Angaben zu Personen	12
1.5.1 Flugbesatzung.....	12
1.5.1.1 Kommandantin.....	12
1.5.1.1.1 Flugerfahrung.....	13
1.5.1.1.2 Besatzungszeiten.....	13
1.5.1.2 Copilot.....	13
1.5.1.2.1 Flugerfahrung.....	14
1.5.1.2.2 Besatzungszeiten.....	14
1.5.1.3 Flugbegleiterin.....	15
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug	15
1.6.1 Allgemeine Angaben.....	15
1.6.2 Cockpitauslegung.....	16
1.6.3 Kabinendrucksystem.....	17
1.6.3.1 Allgemeines.....	17
1.6.3.2 Automatic Mode.....	19
1.6.3.3 Manual Mode.....	19
1.6.3.4 Dump Funktion.....	20
1.7 Meteorologische Angaben	20
1.7.1 Allgemeine Wetterlage.....	20
1.7.2 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls südlich von Dübendorf.....	20
1.7.3 Astronomische Angaben.....	20
1.8 Navigationshilfen	20
1.9 Kommunikation	21
1.10 Angaben zum Regionalflugplatz	21
1.10.1 Allgemeines.....	21
1.10.2 Pistenausrüstung.....	21
1.10.3 Rettungs- und Feuerwehrdienste.....	21
1.11 Flugschreiber	21
1.11.1 Flugdatenschreiber.....	21
1.11.1.1 Allgemeine Angaben.....	21
1.11.2 Cockpit Voice Recorder.....	22

1.12	Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle.....	22
1.13	Medizinische und pathologische Feststellungen	22
1.14	Feuer.....	22
1.15	Überlebensaspekte	22
1.16	Versuche und Forschungsergebnisse.....	23
1.17	Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung.....	23
1.17.1	Das Flugbetriebsunternehmen.....	23
1.17.1.1	Allgemeines.....	23
1.17.1.2	Prüflisten	23
1.17.1.3	Feststellungen im Simulator.....	24
1.17.2	Der Unterhaltsbetrieb	24
1.17.2.1	Allgemeines.....	24
1.17.2.2	Heavy Maintenance Arbeiten.....	24
1.17.3	Verfahren bei Notabstieg	25
1.18	Zusätzliche Angaben	26
1.19	Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken	26
2	Analyse	27
2.1	Technische Aspekte	27
2.1.1	Allgemeines.....	27
2.1.2	Kabinendrucksystem.....	27
2.1.3	Kommunikation	28
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte.....	28
2.2.1	Besatzung	28
2.2.2	Flugbegleiterin.....	29
2.2.3	Flugverkehrsleitung.....	30
3	Schlussfolgerungen.....	31
3.1	Befunde.....	31
3.1.1	Technische Aspekte.....	31
3.1.2	Besatzung	31
3.1.3	Flugverlauf.....	31
3.1.4	Rahmenbedingungen.....	32
3.2	Ursachen.....	32
4	Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen.....	33
4.1	Sicherheitsempfehlungen	33
4.1.1	Sicherheitsempfehlung zur Steuerung des forward outflow valve des DO328-100	33
4.1.1.1	Sicherheitsdefizit	33
4.1.1.2	Sicherheitsempfehlung Nr. 492.....	34
4.2	Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen.....	34
Anlagen	35
Anlage 1:	Radaraufzeichnung des Flugweges	35
Anlage 2:	Profil des Flugweges im Steigflug.....	36
Anlage 3:	Profil des Flugweges im Zeitraum des schweren Vorfalls	37
Anlage 4:	Isolationsmaterial am forward outflow valve	38
Anlage 5:	Prüfliste bei excessive cabin altitude	39
Anlage 6:	Publikation einer abweichenden Stellungnahme	40

Schlussbericht

Zusammenfassung

Eigentümer	SG Equipment Finance Schweiz AD Gladbachstrasse 105, Postfach CH-8044 Zürich
Halter	SkyWork AG Airport Terminal North CH-3123 Belp
Hersteller	Dornier GmbH
Luftfahrzeugmuster	DO328-100
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-AES
Ort	20 km südlich des Flughafens Zürich (LSZH), Flugfläche 270
Datum und Zeit	14. März 2012, 15:15 UTC

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich um 15:15 UTC. Die Meldung traf gleichentags um 17:15 UTC bei der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) ein, die um ca. 19:00 UTC eine Untersuchung eröffnete. Die SUST informierte die Bundesrepublik Deutschland als Auslegungs- und Herstellerstaat des Luftfahrzeuges über den schweren Vorfall. Die deutsche Bundesstelle für Flugunfalluntersuchungen (BFU) ernannte daraufhin einen bevollmächtigten Vertreter.

Der vorliegende Schlussbericht wird durch die SUST veröffentlicht.

Kurzdarstellung

Am 14. März 2012 um 14:56 UTC startete das Flugzeug DO328-100 in Bern-Belp (LSZB) zum Linienflug nach Instrumentenflugregeln nach Wien-Schwechat (LOWW). An Bord befanden sich drei Besatzungsmitglieder und 17 Passagiere.

Um 15:12:21 UTC erreichte das Flugzeug die Reiseflughöhe von Flugfläche 270. Rund eine Minute später, um 15:13:22 UTC, erschien die Warnanzeige CAB ALT und gleichzeitig machte ein akustischer Warnton (*triple chime*) die Besatzung auf diese Warnanzeige aufmerksam. Die Kabinendruckhöhe betrug in diesem Moment 9500 ft und war immer noch am Steigen. Die Besatzung setzte die Sauerstoffmasken auf und leitete unverzüglich einen Notabstieg (*emergency descent*) ein. Sie erklärte um 15:14:55 UTC eine Notlage und erhielt vom Flugverkehrsleiter umgehend eine unbegrenzte Sinkfreigabe.

Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt 20 km südlich von Zürich Kloten. Die Besatzung entschied sich, mit reduzierter Geschwindigkeit nach Bern-Belp zurückzukehren. Gemäss der entsprechenden Prüfliste wurde in der Folge bis zur Landung die Kabinendruckhöhe manuell gesteuert.

Die Flugbegleiterin und die Piloten konnten sich über das Bordkommunikationssystem (*interphone*) nicht verständigen. Nachdem die Besatzung die Sauerstoffmasken abgelegt und die Cockpittüre geöffnet hatte, war eine Kommunikation mit der Flugbegleiterin möglich.

Die Flugverkehrsleitung unterstützte die Besatzung mit Flughöhenangaben und Kursanweisungen und der weitere Flug verlief ereignislos. Die Landung in Bern-Belp erfolgte um 15:44 UTC auf der Piste 14.

Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass beim Start des Verkehrsflugzeuges das *forward outflow valve* nicht ganz geschlossen war und deshalb die Kabinendruckhöhe zu hohe Werte annahm.

Als direkte Ursache dieses schweren Vorfalls wurde ein falsch eingestelltes Bedienelement zur Steuerung des Kabinendrucksystems ermittelt, das von der Besatzung nicht bemerkt worden war.

Die folgenden Faktoren haben zur Entstehung des schweren Vorfalls beigetragen:

- Die Steuerung des *forward outflow valve*, die für den *manual mode* vorgesehen ist, wirkt auch im automatischen Betriebsmodus.
- Die Stellung des *forward outflow valve* wird der Besatzung nicht angezeigt.

Der folgende Faktor hat den schweren Vorfall zwar nicht direkt verursacht, wurde aber im Rahmen der Untersuchung als risikoreich erkannt (*factors to risk*):

- Die Kommandantin und die Flugbegleiterin konnten sich am *interphone* nicht verständigen.

Sicherheitsempfehlungen

Im Rahmen der Untersuchung wurde eine Sicherheitsempfehlung ausgesprochen.

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*international civil aviation organisation – ICAO*) richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, die darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen (VFU) bezüglich der Umsetzung folgende Regelung vor:

„Art. 32 Sicherheitsempfehlungen

¹ Das UVEK richtet, gestützt auf die Sicherheitsempfehlungen in den Berichten der SUST sowie in den ausländischen Berichten, Umsetzungsaufträge oder Empfehlungen an das BAZL.

² Das BAZL informiert das UVEK periodisch über die Umsetzung der erteilten Aufträge oder Empfehlungen.

³ Das UVEK informiert die SUST mindestens zweimal jährlich über den Stand der Umsetzung beim BAZL.“

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs, die Aufzeichnungen des Flugdatenschreibers, Radardaten, die Aussagen von Besatzungsmitgliedern und Spezialisten des verantwortlichen Unterhaltsbetriebes sowie Wartungsunterlagen verwendet. Während des gesamten Fluges war die Kommandantin als fliegender Pilot (*pilot flying* – PF) und der Copilot als assistierender Pilot (*pilot not flying* – PNF) eingesetzt.

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

1.1.2 Vorgeschichte

Das Flugzeug HB-AES befand sich vom 30. Januar 2012 bis zum 13. März 2012 auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp bei einem lizenzierten Unterhaltsbetrieb in einer grossen Überholung (*heavy maintenance visit* – HMV). Das Flugzeug wies zu diesem Zeitpunkt 16 091:06 Betriebsstunden (*aircraft hours*) bei 14 837 Flugzeugzyklen (*aircraft cycles*) auf. Anlässlich dieser HMV wurde auch ein Dichtigkeitstest der Kabine (*fuselage leak test*) durchgeführt. Dieser Test war erfolgreich (vgl. Kapitel 1.17.2.2).

Der Abschluss der HMV-Arbeiten wurde mit einem *work report*, datiert vom 13. März 2012, bestätigt und das Flugzeug wurde mittels *certificate of release to service* für den Betrieb freigegeben. Als einziger offener Punkt wurde aus Gründen der Nichtverfügbarkeit des entsprechenden Materials folgender Punkt in die *deferred defect list* (DDL) eingetragen: „*galley interphone protection cover missing*“.

Das Flugbetriebsunternehmen führte anschliessend an die HMV einen Testflug (*functional check flight*) durch. Ein solcher Testflug wird vom Flugzeughersteller nicht vorgeschrieben.

Der Start zum Testflug fand am 13. März 2012 um 13:50 UTC statt. Dabei wurde während des Starts bezüglich Kabinendrucksystem Folgendes geprüft:

Pressurization	<i>Check cabin ALT decreased</i>	200 – 300 ft
	<i>Check diff. pressure increased</i>	+0.17 ± 0.03 PSI

Die gemessenen Werte lagen innerhalb der vorgeschriebenen Toleranz.

Das Flugzeug stieg nach dem Start bis Flugfläche (*flight level* – FL) 150. Nach sieben Minuten fand ein Sinkflug bis FL 120 statt und anschliessend stieg das Flugzeug bis FL 240. Nach weiteren sieben Minuten stieg das Flugzeug weiter bis FL 310. Vier Minuten später begann ein Sinkflug nach FL 200 und nach weiteren zwölf Minuten nach FL 150. Wiederum eine Minute später erreichte das Flugzeug FL 130. Die Landung in Bern-Belp erfolgte um 15:28 UTC. Während des Testfluges wurden bezüglich Kabinendrucksystem keine weiteren Punkte explizit geprüft. Das System wurde im automatischen Modus betrieben und die Auswertung der Flugdaten zeigt, dass bezüglich Kabinendrucksystem nie eine Warnung angezeigt wurde. Es wurden durch den Piloten während des Testfluges vier Punkte beanstandet, die jedoch in keinem Zusammenhang mit der Druckkabine standen.

Das Flugzeug wurde mit einem *work order*, datiert vom 14. März 2012, bei 16 092:44 *aircraft hours* und 14 838 *aircraft cycles* für den Betrieb freigegeben.

1.1.3 Flugvorbereitung

Am 14. März 2012 nach 14:00 UTC begab sich der Copilot des Fluges SRK 600 zum Flugzeug und bereitete dieses für den bevorstehenden Flug vor. Für diese Vorbereitung arbeitete er die entsprechende Prüfliste ab (*flight deck preparation checklist*). Diese sah unter anderem vor zu prüfen, ob der MAN CAB ALT Drehknopf des *pressurization panel* in der Position DN stand (vgl. Abbildung 1, Kap. 1.6.3.1).

1.1.4 Flugverlauf

Um 14:57:02 UTC hob das Flugzeug DO328-100, eingetragen als HB-AES, unter der Flugnummer SRK 600 und dem Funkrufzeichen „Skyfox six zero zero“ von der Piste 32 in Bern-Belp (LSZB) zum Linienflug nach Wien-Schwechat (LOWW) ab. An Bord befanden sich drei Besatzungsmitglieder und 17 Passagiere.

Der Start verlief normal und um 14:57:38 UTC, bei einer angezeigten Geschwindigkeit von 135 Knoten (*knots indicated airspeed* – KIAS) und auf einer Höhe von 2750 ft QNH wurden die Auftriebshilfen eingefahren. Die Besatzung folgte der zugeteilten Standardinstrumentenabflugroute (*standard instrument departure* – SID) MEBOX 2B. Um 14:57:56 UTC wurde der Autopilot eingeschaltet und eine halbe Minute später wurde die Besatzung angewiesen, auf die Frequenz von *Berne departure* zu wechseln. Dort wurde sie wenig später nach FL 100 freigegeben und kurz darauf aufgefordert, nach rechts direkt Richtung Wegpunkt BERSU zu fliegen.

Um 14:59:57 UTC meldete sich die Besatzung beim Flugverkehrsleiter (FVL) von „Zürich ACC West“, von welchem sie unverzüglich eine weitere Steigflugfreigabe nach FL 120 erhielt. Um 15:01:24 UTC durchflog SRK 600 mit einer angezeigten Fluggeschwindigkeit von 178 KIAS Flugfläche 100 und ungefähr zum gleichen Zeitpunkt arbeitete die Besatzung die Prüfliste für den Durchflug von FL 100 (*FL100 checklist*) ab (vgl. Kapitel 1.17.1.2). Dabei bemerkte die Kommandantin gemäss ihrer Aussage, dass die Kabine durch eine Höhe von 3000 ft stieg, normalerweise betrage dieser Wert ungefähr 1600 ft. Die Kabinensteigrate (*cabin rate*) sei aber normal gewesen. Der Copilot bemerkte dazu, dass die Kabinensteigrate ca. 50 ft/min betragen habe, normalerweise sei die Rate auf dieser Höhe praktisch null. Die Kabinendruckhöhe habe er nicht bewusst wahrgenommen.

Wenig später, um 15:02:28 UTC erhielt die Besatzung vom FVL eine Freigabe nach FL 150 und um 15:03:54 UTC eine weitere nach FL 240 mit der Aufforderung, eine Steigrate (*rate of climb*) von mindestens 1500 ft/min einzuhalten.

Um 15:10:01 UTC, die Besatzung hatte in der Zwischenzeit auf die Frequenz von „Zürich M2“ gewechselt, bekam sie vom entsprechenden FVL die Freigabe nach FL 270. Das Flugzeug befand sich dabei im Steigflug annähernd auf FL 240 und hatte eine Geschwindigkeit von 160 KIAS. Um 15:12:21 UTC erreichte Flug SRK 600 die freigegebene Höhe von FL 270 und ging in den Reiseflug über.

Die Kommandantin hatte soeben *cruise power* gesetzt, als um 15:13:22 UTC im Cockpit die Warnanzeige CAB ALT erschien und gleichzeitig ein akustischer Warnton (*triple chime*) die Besatzung auf diese Warnanzeige aufmerksam machte. Die Kommandantin hatte gemäss ihrer Aussage in diesem Moment eine Kabinendruckhöhe von 9600 ft und eine anhaltende Steigrate derselben wahrgenommen. Der Copilot sah zur Kommandantin hin, die gleichzeitig „*cabin altitude*“ ausrief. Beide Piloten setzten unverzüglich ihre Sauerstoffmasken auf. Der Copilot sagte aus, dass er dafür etwas länger brauchte als die Kommandantin und dass diese in der Zwischenzeit bereits das *seat belt sign* eingeschaltet und die Durchsage „*cabin crew at station*“ gemacht habe. Die Kommandantin sagte dazu, dass sie beide die auswendig auszuführenden Prüflistenpunkte (*by heart items*)

der entsprechenden *emergency checklist* durchgeführt hätten und sie unverzüglich den Notabstieg eingeleitet habe.

Gemäss den Aufzeichnungen wurde der Notabstieg um 15:14:14 UTC bei 192 KIAS eingeleitet. Die Kommandantin hatte eine Höhe von FL 140 vorgewählt und den Copiloten beauftragt, eine Notlage zu erklären. Dieser meldete dem FVL um 15:14:55 UTC: „*Skyfox six hundred, Mayday, Mayday, Mayday, we request to descend*“. Der FVL bestätigte diese Meldung umgehend und gab der Besatzung eine Freigabe für einen Sinkflug ohne Restriktionen. Die Kommandantin hatte in der Zwischenzeit den Autopiloten ausgeschaltet. Sie befahl dem Copiloten die Prüfliste (*checklist*) abzuarbeiten und übernahm den Sprechfunk. Sie sagte weiter aus, dass die Kabinendruckhöhe, als sie diese das letzte Mal bewusst wahrgenommen habe, eine Höhe von 10 500 ft angezeigt habe.

Der Copilot meinte dazu, dass er während dieser Phase eine Kabinendruckhöhe von 11 500 ft wahrgenommen habe und dabei auch eine bernsteinfarbene¹ (*amber*) Steigrate, wisse aber nicht mehr, wie viel Fuss pro Minute diese betragen habe.

Die Flugbegleiterin hatte in der Bordküche den Getränkewagen vorbereitet als das „*seat belt*“ Zeichen ertönte und angezeigt wurde. Sie nahm gleichzeitig eine Seitwärtsbewegung des Flugzeuges wahr und dachte, dass etwas nicht stimmen würde. Sie verstaute sofort den Getränkewagen und nahm in diesem Moment die Durchsage „*cabin crew at station*“ wahr. Sie empfand gemäss ihrer Aussage den Notabstieg als nicht sehr steil und da in der Kabine keine Sauerstoffmasken ausgeworfen wurden, dachte sie nicht an einen Kabinendruckabfall (*decompression*). Sie wollte mit den Piloten Kontakt aufnehmen, verstand diese aber über das Bordkommunikationssystem (*interphone*) nicht. Sie realisierte gemäss ihrer Aussage aber, dass die Besatzung die Sauerstoffmasken trug.

Während des Notabstieges nahm die Kommandantin wahr, dass sie zur Flugbegleiterin keinen Kontakt herstellen konnte. Sie sagte später aus, dass sie die ruhige Stimme der Flugbegleiterin über das System zur Information der Passagiere wahrgenommen habe. Da sie ausserdem wusste, dass diese über eine grosse Erfahrung verfügte, habe sie sich keine Sorgen gemacht.

Der FVL bot der Besatzung um 15:16:28 UTC nach deren Anfrage nach der *minimum radar vector altitude* eine Flughöhe von FL 110 an und offerierte der Besatzung um 15:17:25 UTC zusätzlich Folgendes: „*Skyfox six hundred, if you like, left heading zero six zero will take you clear of uncontrolled airspace.*“ Die Besatzung nahm dieses Angebot umgehend an.

In der Zwischenzeit war der Copilot am Abarbeiten der *emergency checklist* und hatte dabei das Kabinendrucksystem in den manuellen Modus geschaltet. Er hatte gemäss seiner Aussage die Kabinendruckhöhe im weiteren Verlauf des Fluges manuell kontrolliert und dann während des Anfluges auf rund 5000 ft QNH das *outflow valve* geöffnet, worauf die Sinkrate der Kabinendruckhöhe ungefähr der Sinkrate des Flugzeuges entsprach.

Die Kommandantin hatte in der Zwischenzeit eine Lagebeurteilung vorgenommen und sich entschieden nach Bern-Belp zurückzuflogen. Sie hatte sich auf den Systemanzeigen vergewissert, dass alle Türen geschlossen waren und kein grösseres Leck vorhanden sein konnte. Da sie keine Angaben über den Zustand des Flugzeugumpfes hatte, entschied sie sich zusätzlich, für den Weiterflug die Geschwindigkeit zu reduzieren. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt

¹ Bis zu einer Steigrate von ± 1000 ft/min wird diese weiss dargestellt, zwischen ± 1000 -2500 ft/min erscheint sie bernsteinfarben (*amber*) und über ± 2500 ft/min wird sie rot angezeigt (für den Ort der Anzeige vgl. Abbildung 2, Kap. 1.6.3.1).

rund 20 km südöstlich des Flughafens Zürich mit einer von 250 KIAS auf rund 220 KIAS abnehmenden Geschwindigkeit. Als der FVL um 15:18:11 UTC fragte: „*Skyfox six hundred, what would you like to do?*“ antwortete die Besatzung mit: „*Proceed back Berne.*“ Darauf gab der FVL um 15:18:26 UTC die folgende Freigabe: „*Alright, Skyfox six hundred, continue left, left turn direct to ROTOS, follow the two mike.*“ Die Besatzung hatte kurz vorher den Autopiloten wieder zugeschaltet und bestätigte diese Freigabe worauf der FVL die Besatzung noch anwies, FL 110 beizubehalten.

Der Copilot hatte in der Zwischenzeit unter sich Zürich erkannt und fragte sich gemäss seiner Aussage kurz, warum sie nicht auf dem Flughafen Zürich landen würden. Er meinte dann jedoch: „*Da aber alles unter Kontrolle schien, keine Vibrationen und nichts, war für mich der Entscheid, nach Bern zu fliegen, in Ordnung.*“

Um 15:19:25 UTC fragte der FVL die Besatzung: „*Skyfox six hundred, you still squawk mayday, ah or, ah, normal ops now?*“ und die Besatzung antwortete umgehend mit: „*Normal operation, Skyfox six hundred.*“ Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt mit einer Geschwindigkeit von 218 KIAS auf FL 110.

Wenig später wurde die Besatzung angewiesen, auf die Frequenz von *Zurich Departure* zu wechseln. Auf die Frage des FVL, welche Flughöhe die Besatzung wünsche, antwortet diese mit FL 70. Sie bekam in der Folge eine Freigabe nach FL 90. Um 15:20:55 UTC fragte der FVL: „*Skyfox six hundred, confirm, you're returning towards ROTOS?*“ Die Besatzung bejahte diese Frage und erhielt eine weitere Sinkfreigabe nach FL 70.

Um 15:23:34 UTC fragte die Besatzung den FVL: „*How many miles to expect for landing?*“ worauf der FVL zurückfragte: „*You're going back to Berne? Is that correct? And that's six zero miles to Berne.*“ Die Besatzung bedankte sich und wenig später, um 15:23:45 UTC fragte der FVL: „*And, you have any other problems? Zurich would be an option as well, that's twenty five miles.*“ Die Besatzung antwortete: „*That's ok for the time. Berne is fine.*“ Der FVL gab auf Grund verschiedener Lufträume in der Folge noch Kursanweisungen und sagte unter anderem um 15:26:05 UTC noch: „*...and if there is anything, if I can support for you, just tell me.*“ Die Besatzung bedankte sich und sagte, dass im Moment alles in Ordnung sei.

Die Flugbegleiterin in der Kabine hatte, da sie sich mit der Besatzung im Cockpit nicht verständigen konnte, in der Zwischenzeit eine eigene Lagebeurteilung gemacht und die Passagiere angewiesen, die Tablette auf den Boden zu stellen, unter den Vordersitz zu schieben und ihre Tische hochzuklappen. Sie hatte die Passagiere weiterhin darauf aufmerksam gemacht, gut angeschnallt zu sein. Da sie nicht wusste, was für eine Landung zu erwarten war, zeigte sie den Passagieren auch die Körperhaltung, die sie für die Landung einzunehmen hätten (*brace for impact position*). Sie informierte weiterhin, dass die Piloten im Moment noch beschäftigt wären und sich später noch melden würden.

Wenig später bemerkte sie, dass die Cockpittüre geöffnet wurde und die Piloten ihre Sauerstoffmasken abnahmen. Die Kommandantin informierte nun die Flugbegleiterin über die erfolgte *decompression* und die bevorstehende normale Landung in Bern. Die Flugbegleiterin gab diese Information an die Passagiere weiter.

Der weitere Flug verlief ereignislos und die Besatzung landete das Flugzeug HB-AES um 15:44:00 UTC auf der Piste 14 in Bern-Belp.

- 1.1.5 Ort des schweren Vorfalls
Rund 20 km südlich des Flughafens Zürich auf Flugfläche 270.

1.2 Personenschäden

1.2.1 Verletzte Personen

Verletzungen	Besatzungs- mitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	3	17	20	Nicht zutreffend
Gesamthaft	3	17	20	0

1.2.2 Staatsangehörigkeit der Insassen des Luftfahrzeuges

Die Besatzung setzte sich aus zwei Cockpitmitgliedern und einer Flugbegleiterin, alle schweizerische Staatsbürger, zusammen.

Da die Passagiere bei der Buchung des Fluges ihre Staatsangehörigkeit nicht angeben müssen, konnte das Flugbetriebsunternehmen diesbezüglich keine Angaben machen. Bekannt ist lediglich, dass 15 Passagiere einen Wohnsitz in der Schweiz angegeben hatten und zwei Passagiere einen solchen in Österreich.

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Flugzeug wurde nicht beschädigt.

1.4 Drittschaden

Es entstand kein Drittschaden.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Flugbesatzung

1.5.1.1 Kommandantin

Person	Schweizerische Staatsbürgerin, Jahrgang 1972
Lizenz	Führerausweis für Verkehrspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>airline transport pilot licence aeroplane</i> – ATPL(A)) nach <i>joint aviation requirements</i> (JAR), erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 16. April 2004
Berechtigungen	Musterberechtigung DO328-100 PIC (als verantwortlicher Pilot), gültig bis 27. März 2013 Klassenberechtigung für einmotorige Kolbenmotorflugzeuge (<i>single engine piston</i> – SEP), gültig bis 30. November 2012

		<i>language proficiency:</i> <i>English level 4</i> , gültig bis 30. November 2013
		Nachtflug NIT(A)
	Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Flugzeug IR(A) Instrumentenanflüge der Kategorie II mit DO328-100, gültig bis 27. März 2013
	Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>Line check</i> am 29. Januar 2012 <i>Operational proficiency check (OPC)</i> am 22. September 2011
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, Einschränkungen VDL (<i>shall wear corrective lenses</i>) Gültig vom 15. Juni 2011 bis 28. Juni 2012
	Letzte fliegerärztliche Untersuchung	15. Juni 2011
1.5.1.1.1	Flugerfahrung	
	Gesamthaft	4011 h
	Auf dem Vorfalldmuster	535 h
	Während der letzten 90 Tage	139 h
	Davon auf dem Vorfalldmuster	139 h
	Als Kommandant	1027 h
1.5.1.1.2	Besatzungszeiten	
	Beginn der Dienste in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	12. März 2012, 09:15 UTC 13. März 2012, Bürodienst 14. März 2012, 13:25 UTC
	Dienstende in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	12. März 2012, 20:37 UTC 13. März 2012, Bürodienst
	Flugdienstzeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	12. März 2012, 11:22 h 13. März 2012, Bürodienst
	Ruhezeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	Mehr als 24 Stunden
	Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls	1:31 h
1.5.1.2	Copilot	
	Person	Schweizerischer Staatsbürger, Jahrgang 1981
	Lizenz	Führerausweis für Berufspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>commercial pilot licence aeroplane – CPL(A)</i>) nach JAR, erstmals ausgestellt durch das BAZL am 28. Mai 2010
	Berechtigungen	Musterberechtigung DO328-100 als Co-

	pilot, gültig bis 6. August 2012
	Klassenberechtigung für mehrmotorige Kolbenmotorflugzeuge (<i>multi engine piston – MEP</i>), gültig bis 13. April 2012
	Klassenberechtigung für einmotorige Kolbenmotorflugzeuge (<i>single engine piston – SEP</i>), gültig bis 20. August 2013
	<i>language proficiency:</i> <i>English level 4</i> , gültig bis 20. August 2014
	Nachtflug NIT
Zusätzliche Berechtigungen	<i>MCC Course</i> <i>ATP-Theory according JAR-FCL 1</i>
Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Flugzeug IR(A) Instrumentenanflüge der Kategorie II mit DO328-100, gültig bis 6. August 2012
Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>simulator check</i> am 10. Februar 2012
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1/2, Einschränkungen RXO (<i>requires specialist ophthalmological examination</i>), VDL (<i>shall wear corrective lenses</i>) Gültig bis 29. August 2012
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	26. Juli 2011
1.5.1.2.1 Flugerfahrung	
Gesamthaft	9345:19 h
Auf dem Vorfallmuster	349:19 h
Während der letzten 90 Tage	180:33 h
Davon auf dem Vorfallmuster	180:33 h
1.5.1.2.2 Besatzungszeiten	
Beginn der Dienste in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	12. März 2012, dienstfrei 13. März 2012, dienstfrei 14. März 2012, 13:02 UTC
Dienstende in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	12. März 2012, dienstfrei 13. März 2012, dienstfrei
Flugdienstzeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	12. März 2012, 0 h 13. März 2012, 0 h
Ruhezeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	Mehr als 24 h
Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls	1:54 h
Der Copilot hatte am 14. März 2012 eine sogenannte <i>standby duty</i> von 04:00 UTC bis 16:00 UTC. Gemäss Betriebshandbuch (<i>operational manual – OM</i>) A des Flugbetriebsunternehmens heisst das, das entsprechende Besat-	

zungsmitglied hat keinen definitiven Einsatz, soll aber während einer gewissen Zeit, im vorliegenden Fall von 04:00 UTC bis 16:00 UTC, auf Abruf für einen Einsatz bereit sein. OM A Chapter 7.1.12: „*A defined period of time during which a crew member has not been assigned to a specific flight duty, but is required to be continuously contactable by phone or other means.*”

Der Copilot wurde telefonisch um 13:02 UTC zum Flug nach Wien-Schwechat aufgebeten.

1.5.1.3 Flugbegleiterin

Person	Schweizerische Staatsbürgerin, Jahrgang 1966
Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>Line check cabin crew</i> Dornier 328 am 10. November 2011 <i>Line check cabin crew</i> Dash 8-Q400 am 4. März 2012
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL gemäss AMC OPS 1.995, <i>regulation</i> (EEC) No. 3922/91
Letzte ärztliche Untersuchung	10. August 2011

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

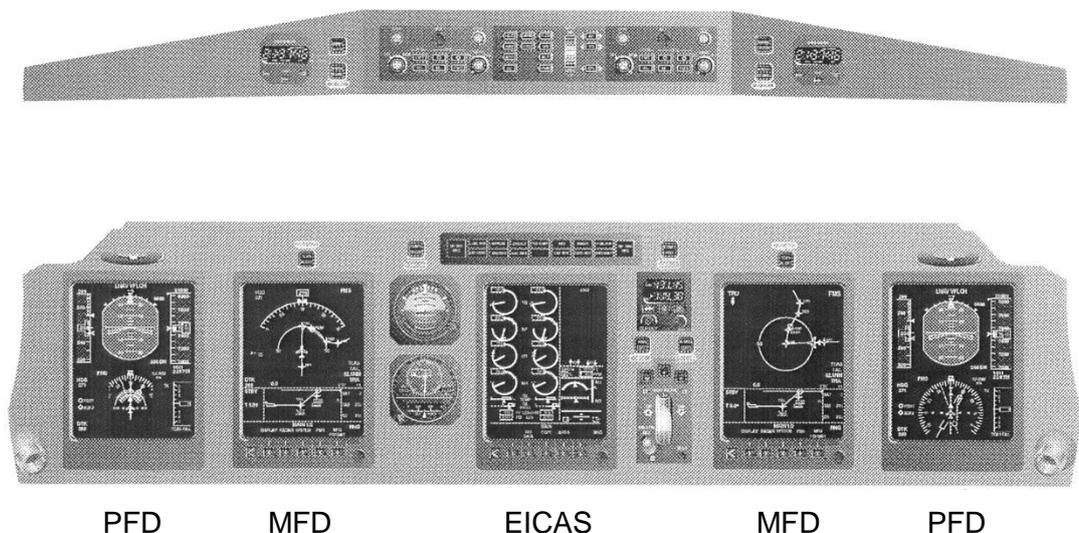
1.6.1

Allgemeine Angaben	
Eintragungszeichen	HB-AES
Luftfahrzeugmuster	DO328-100
Charakteristik	Zweimotoriges Regionalflugzeug mit Propellerturbinenantrieb, ausgeführt als freitragender Hochdecker in Ganzmetall- bauweise mit Einziehfahrwerk in Bugrad- anordnung
Hersteller	Dornier GmbH
Baujahr	1995
Werknummer	3021
Eigentümer	SG Equipment Finance Schweiz AD Gladbachstrasse 105 Postfach CH-8044 Zürich
Halter	SkyWork AG Airport Terminal North CH-3123 Belp
Triebwerk	2 Pratt & Whitney PW119B LH: S/N PCE-116054 RH: S/N PCE-116056
Propeller	2 Hartzell HD-E6C-3B LH: S/N HL-48 RH: S/N HL-319
Betriebsstunden Zelle	16 094 h / 14 838 <i>cycles</i>

Höchstzulässige Massen	Höchstzulässige Abflugmasse 13 990 kg Höchstzulässige Landemasse 13 230 kg
Masse und Schwerpunkt	Die Masse des Flugzeuges zum Abflugzeitpunkt betrug 12 948 kg. Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeughandbuch (<i>aircraft flight manual</i> – AFM) zulässigen Grenzen.
Unterhalt	Die letzte geplante Unterhaltsarbeit fand vom 30. Januar 2012 bis am 13. März 2012 bei 16 091 Stunden statt.
Technische Einschränkungen	In der <i>deferred defect list</i> (DDL) war mit Datum vom 13. März 2012 der folgende Punkt eingetragen: „Galley interphone protection cover missing. Part not available.“
Zugelassene Treibstoffqualität	Flugpetrol JET A1
Eintragungszeugnis	Nr. 3, ausgestellt durch das BAZL am 17. April 2007
Lufttüchtigkeitszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 20. April 2007, gültig bis zu seinem Widerruf durch die zuständige Behörde des Eintragungsmitgliedstaates.
Zulassungsbereich	Gewerbsmässig
Einsatzarten	VFR bei Tag / VFR bei Nacht IFR Kategorie I / IFR Kategorie II B-RNAV (RNP 5)

1.6.2 Cockpitauslegung

Die generelle Cockpitauslegung sieht wie folgt aus:



PFD

MFD

EICAS

MFD

PFD

Die Cockpitauslegung beinhaltet im Wesentlichen fünf Bildschirme, zwei primäre *flight display* (PFD), zwei *multi function display* (MFD) und im Zentrum den Bildschirm für das *electronic indication, caution and advisory system* (EICAS).

Die beiden PFD dienen primär der Anzeige der Fluglage, Flughöhe, Flugeschwindigkeit und Kursrichtung.

Die beiden MFD dienen primär als Navigationsanzeigen. Auf diesen werden Daten für die Flugführung und Flugplanung dargestellt. Zusätzlich können Verkehrsanzeigen, Wetterinformationen und Gelände dargestellt werden.

Die beiden MFD werden aber auch zur Anzeige von selektiv wählbaren Systemen benutzt (*system page – SP*), wobei jede Systemseite auch verschiedene Warn- und Informationsmeldungen (*system status messages*) anzeigt. Die SP umfassen unter anderem die folgenden, für den vorliegenden schweren Vorfall relevanten Seiten:

- ECS (*Environmental Control System*)
- CPCS/OXY (*Cabin Pressurization and Control System/Oxygen System*)
- DOORS (*Doors*)

Auf dem EICAS Bildschirm werden primär Triebwerkdaten dargestellt. Die rechte obere Bildschirmhälfte wird für sogenannte *caution and advisory system* (CAS) *field messages* freigehalten, d.h. für Warnanzeigen, welche die Besatzung auf Anomalitäten aufmerksam machen.

1.6.3 Kabinendrucksystem

1.6.3.1 Allgemeines

Das Druckregulierungssystem (*pressurization control system*) ist verantwortlich für die Einhaltung einer von der Flugbesatzung vorgewählten Kabinendruckhöhe. Das System kann in den Betriebsarten *automatic* oder *manual* betrieben werden.

Im Normalfall wird das Druckregulierungssystem im *automatic mode* betrieben. Der *manual mode* dient als *back-up*. Die Bedienungselemente für das System sind auf dem *pressurization control panel* wie folgt angeordnet:

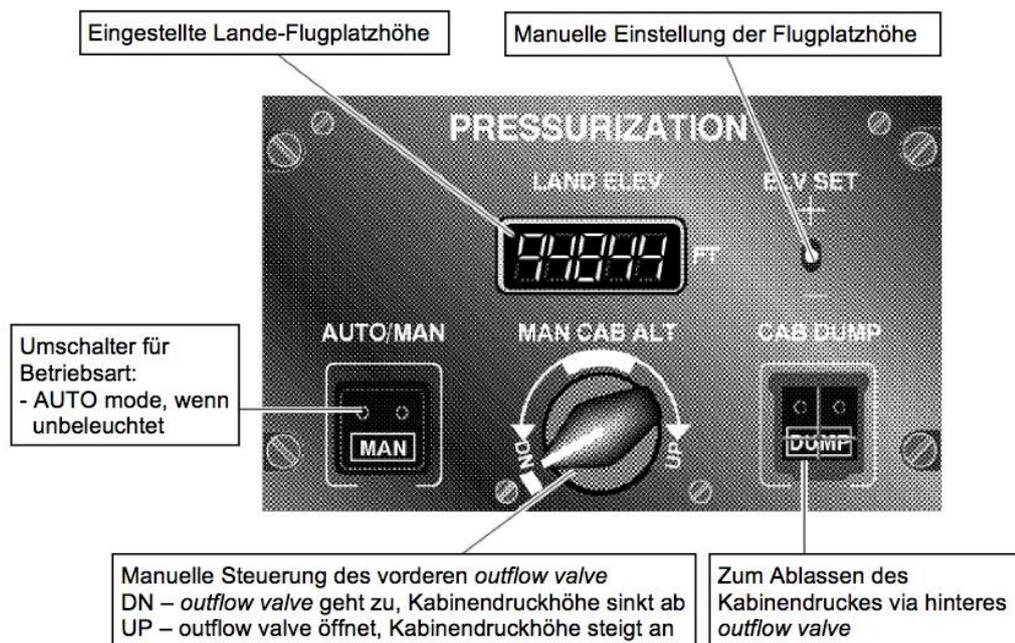


Abbildung 1: *pressurization control panel*

Die Passagierkabine und das Cockpit werden von den *environmental control system (ECS) packs* mit Druckluft versorgt. Durch Öffnen und Schliessen der sogenannten *outflow valves* lässt sich der Druck im Flugzeug regulieren. Wird ein *outflow valve* in Richtung Schliessen bewegt, steigt der Druck und damit sinkt die Kabinendruckhöhe. Beim Öffnen des *outflow valve* steigt die Kabinendruckhöhe.

Das Flugzeug ist mit zwei *outflow valves* ausgerüstet. Das hintere ist im Druckdom zum Heckkonus angeordnet. Im *automatic mode* wird dieses durch das *cabin pressure control system (CPCS)* gesteuert. Die Umschaltung in den *automatic mode* wird am *pressurization control panel* vorgenommen. Die gewählte Betriebsart wird durch die Anzeige **AUTO** auf der CPCS/OXY *system page* bestätigt. Auf derselben *page* wird **AUTO CTRL FAIL** angezeigt, wenn eine Störung vorliegt. Wird mit dem Umschalter der *manual mode* gewählt, so schliesst das hintere *outflow valve*.

Das vordere *outflow valve* befindet sich im Druckdom zum Bugfahrwerkschacht. Es wird mit dem Drehknopf **MAN CAB ALT** auf dem *pressurization control panel* auf- und zugesteuert und arbeitet unabhängig von der Stellung des **AUTO/MAN** Umschalters. Es ist daher wichtig, dass der Drehknopf im *automatic mode* ganz in der Position **DN** (weisse Marke) steht.

Das pneumatisch betätigte *valve* arbeitet mit Triebwerkluft. Seine Stellung wird daher durch die Drehzahl der Triebwerke beeinflusst. Es gibt im Cockpit keine explizite Anzeige über die Stellung des vorderen *outflow valve*. Hingegen sind auf der CPCS/OXY *page* des *system display* die beeinflussten Parameter wie *cabin altitude*, *differential pressure* und *cabin rate* wie folgt ersichtlich:

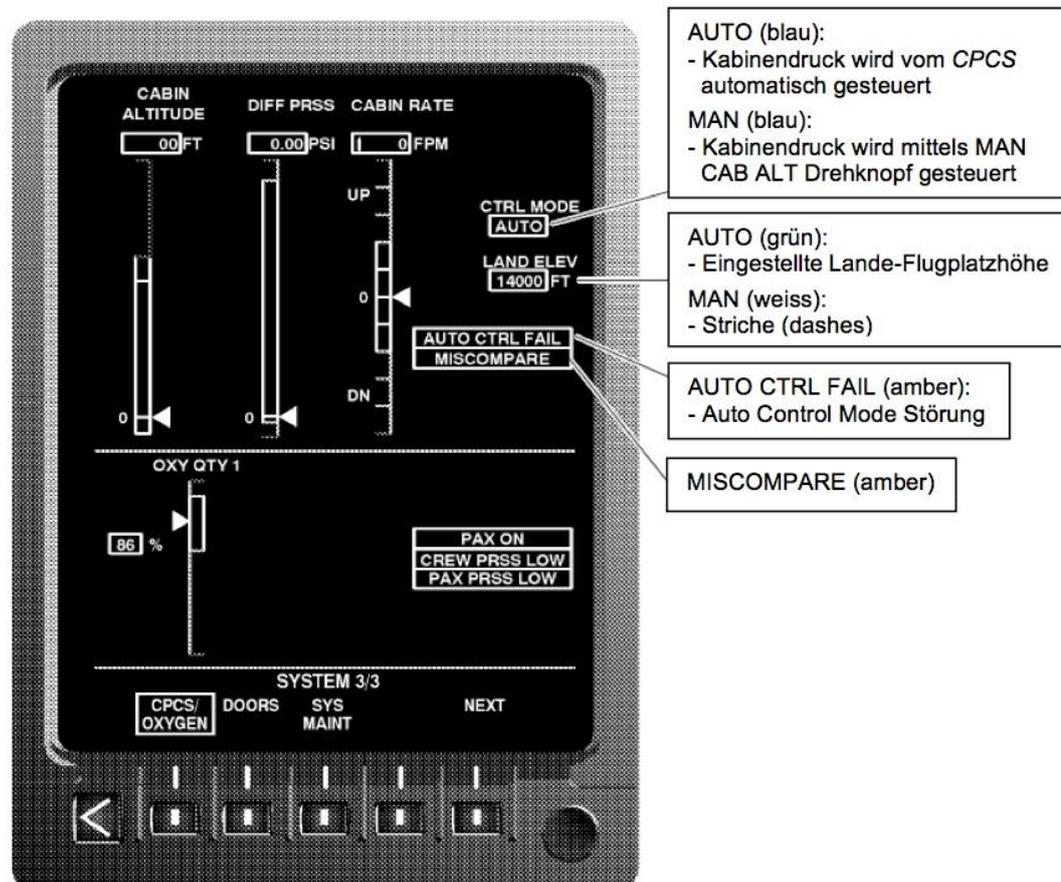


Abbildung 2: CPCS / OXYGEN system page

1.6.3.2 Automatic Mode

Im *automatic mode* steuert das *cabin pressure control system* (CPCS) den Kabinendruck. Beim Setzen der Startleistung erfolgt zuerst eine *pre-pressurization* Phase. Dabei wird der Differenzdruck in der Kabine aufgebaut bis die Kabine eine Höhe (*cabin altitude*) erreicht hat, die 300 ft tiefer ist als die Höhe des Startflugplatzes (vgl. Abbildung 3). Ist der Start erfolgt, respektive das Flugzeug in der Luft, beginnt die Startsequenz (*take off sequence*) und der Differenzdruck wird bei gleich bleibender Kabinendruckhöhe weiter aufgebaut. Die Kabinendruckhöhe (*cabin altitude*) fängt erst an zu steigen, wenn das Flugzeug eine Flughöhe von rund 10 000 ft erreicht hat, spätestens aber zehn Minuten nach dem Start. Dabei wechselt die *take off sequence* automatisch in den Reiseflugmodus (*cruise mode*) und die Kabinendruckhöhe steigt mit einer Rate von 450 ft/min, wobei das CPCS dafür sorgt, dass dabei der Wert von 550 ft/min nicht überschritten wird. Der Druckverlauf ist so geregelt, dass bei einer Flughöhe von 31 000 ft der maximale Differenzdruck von 6.75 psi erreicht wird. Dies entspricht einer Kabinendruckhöhe von 8000 ft (2438 m). Bei einer Flughöhe von 25 000 ft erreicht die Kabinendruckhöhe bei einem Differenzdruck von 6.62 psi eine Höhe von 5325 ft (1623 m).

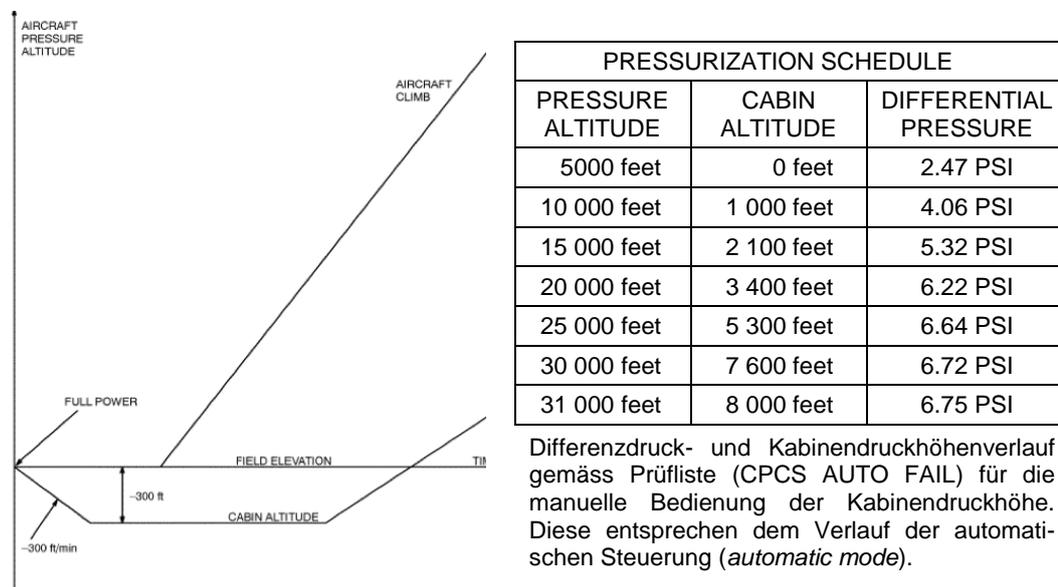


Abbildung 3: *pre-pressurization* Phase und Startsequenz (*take off sequence*)

Vor dem Absinken muss mit dem ELV SET Schalter auf dem *pressurization control panel* die Lande-Flugplatzhöhe manuell eingestellt werden. Vor dem Start wird die Start-Flugplatzhöhe eingestellt, um für einen allfälligen Flugabbruch vorbereitet zu sein. Die eingestellte Höhe wird auf der CPCS/OXY *system page* angezeigt.

1.6.3.3 Manual Mode

Der *manual mode* ist komplett unabhängig vom *automatic mode*. In diesem *mode* muss die Besatzung den *cabin rate* respektive die Kabinendruckhöhe mit dem Drehknopf MAN CAB ALT auf dem *pressurization control panel* von Hand einstellen. Die Parameter müssen dabei auf der CPCS/OXY *system page* überwacht werden. In der vollen UP-Position des Drehknopfes erreicht die *cabin rate* +2500 ft/min. In der vollen DN-Position erreicht die *cabin rate* -1500 ft/min. Diese Werte sind von der Luftzufuhr des ECS und vom *differential pressure* abhängig. Sowohl das automatische als auch das manuelle System haben pneumatisch be-

tätigte Sicherheitssysteme eingebaut. Diese begrenzen den Differenzdruck und die Kabinendruckhöhe wie folgt:

Positiver Differenzdruck Δp	7.0 \pm 0.1 PSI
Negativer Differenzdruck Δp	- 0.3 PSI
Kabinendruckhöhe	14 500 ft (\pm 500 ft)

1.6.3.4 Dump Funktion

Die *dump* Funktion benützt sowohl das pneumatische *outflow valve* vorne wie auch das elektro-pneumatische *outflow valve* hinten in der Kabine.

- Das vordere, pneumatische *outflow valve* wird mit dem Drehknopf MAN CAB ALT geöffnet.
- Das hintere, elektro-pneumatische *outflow valve* wird mit dem CAB DUMP button auf dem *pressurization control panel* geöffnet.

Beide *dump* Funktionen können unabhängig von der gegenwärtigen Betriebsart aktiviert werden. In einer Notsituation können beide *outflow valves* gleichzeitig geöffnet werden.

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz lag am Rande eines Hochs mit Kern über der südlichen Nordsee. In der Höhe erstreckte sich ein Rücken von Spanien bis Südengland. Grossräumiges Sinken der Luft führte über der Schweiz zu wolkenlosem Himmel.

1.7.2 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls südlich von Dübendorf

Es herrschte sonniges Wetter mit einer ausgezeichneten Sicht. Auf dem Jungfraujoch wurde die Sichtweite um 12 und 18 UTC mit mehr als 70 km angegeben.

Wetter/Wolken	wolkenlos
Sicht	mehr als 70 km
Wind	aus 005° mit 35 kt
Temperatur/Taupunkt	-41 °C / -50 °C
Luftdruck QNH	1026 hPa
Gefahren	keine

Zur Zeit der Landung betrug die Sichtweite in Bern-Belp 10 km und mehr. Es wehte Nordwestwind mit 7 Knoten. Temperatur und Taupunkt lagen bei 18, respektive 3 °C.

1.7.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 240°	Höhe: 22°
Beleuchtungsverhältnisse	Nachmittag	

1.8 Navigationshilfen

Für die Anflüge auf die Piste 14/32 des Regionalflugplatzes Bern-Belp steht ein ungerichtetes Funkfeuer (*non directional beacon* – NDB) Bern (BER) zur Verfügung. Für den Anflug auf Piste 14 ist ein Instrumentenanflugsystem der Kategorie I vorhanden.

1.9 Kommunikation

Der Funkverkehr zwischen den Piloten und der ATC wickelte sich ordnungsgemäss und ohne Schwierigkeiten ab.

Bei der Kommunikation zwischen Cockpit und Kabine via *interphone* zeigten sich Verständigungsprobleme. Die Flugbegleiterin verstand die Kommandantin nicht und informierte die Passagiere deshalb auf Grund ihrer eigenen Lagebeurteilung.

1.10 Angaben zum Regionalflugplatz

1.10.1 Allgemeines

Der Regionalflugplatz Bern-Belp liegt 9 km süd-östlich der schweizerischen Bundeshauptstadt Bern. Der Referenzpunkt (*airport reference point* – ARP) hat die Koordinaten N 46° 54' 44" / E 007° 29' 57".

Die Bezugshöhe des Regionalflugplatzes beträgt 1673 ft AMSL und als Bezugstemperatur sind 23.5 °C festgelegt.

Die Pisten des Regionalflugplatzes Bern-Belp weisen folgende Abmessungen auf:

Pistenbezeichnung	Abmessungen	Höhe der Pistenschwellen
14/32	1730 x 30 m	1668/1675 ft AMSL
14R/32L (Graspiste)	650 x 30 m	

Die Piste 14 hat eine versetzte Pistenschwelle und die verfügbare Landedistanz beträgt 1530 m.

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls waren für den Regionalflugplatz Bern-Belp keine für den Flug SRK 600 relevanten Beschränkungen publiziert.

1.10.2 Pistenausrüstung

Der Regionalflugplatz Bern-Belp verfügt über eine Hartbelagpiste (14/32) und im Südwesten davon über eine parallel dazu verlaufende Graspiste (14R/32L).

Die Piste 14 ist mit einem Instrumentenlandesystem mit Distanzmesseinrichtung (*instrument landing system / distance measuring equipment* – ILS/DME) versehen. Das Instrumentenlandesystem ist als Kategorie 1 klassifiziert, da es unter anderem einen Anflugwinkel von 4° aufweist.

Auf die Piste 32 können nur *non precision approaches*, in diesem Falle sogenannte *circling approaches*, ausgeführt werden.

1.10.3 Rettungs- und Feuerwehrdienste

Der Regionalflugplatz Bern-Belp ist für Linienverkehr mit Feuerbekämpfungsmitteln der Kategorie 5 und für anderen Verkehr mit solchen der Kategorie 4 ausgerüstet. Eine höhere Kategorie für gewerblichen Verkehr ist auf Verlangen innerhalb von drei Stunden des geplanten Ankunfts-/Abflugzeitpunkts möglich.

1.11 Flugschreiber

1.11.1 Flugdatenschreiber

1.11.1.1 Allgemeine Angaben

Muster	F1000
Hersteller	Fairchild

Werknummer	<i>serial number 2163; part number S800-2000-00</i>
Anzahl Parameter	44
Aufzeichnungsmedium	<i>solid state memory</i>
Aufzeichnungsdauer	100 Stunden

Die Daten des Flugdatenschreibers waren lückenlos aufgezeichnet und konnten ausgelesen werden. Die Kabinendruckhöhe und der Kabinendifferenzdruck werden nicht aufgezeichnet. Somit können über den Verlauf dieser beiden Parameter keine belegten Aussagen gemacht werden.

1.11.2 Cockpit Voice Recorder

Da der Sicherungsautomat (*circuit breaker – CB*) des Sprach- und Geräuschaufzeichnungsgeräts (*cockpit voice recorder – CVR*) nach dem Flug nicht gezogen wurde, waren die Aufzeichnungen des Fluges bereits übersprochen und standen der Untersuchung nicht mehr zur Verfügung.

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

Nicht betroffen.

1.13 **Medizinische und pathologische Feststellungen**

Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen der Piloten während des Fluges vor.

1.14 **Feuer**

Nicht betroffen.

1.15 **Überlebensaspekte**

Gemäss Bauvorschriften für Linienflugzeuge (FAR 25.841) muss die Sauerstoffversorgung so konzipiert sein, dass bei einer Kabinendruckhöhe von über 10 000 ft eine Warnung angezeigt wird, die es der Besatzung erlaubt, Massnahmen zu treffen, um das weitere Steigen der Kabinendruckhöhe zu stoppen. Zu diesem Zweck muss die Besatzung die Sauerstoffmasken benutzen, damit sie uneingeschränkt arbeiten kann, auch wenn die Kabinendruckhöhe weiter ansteigt. Aufgrund der erwähnten Bauvorschrift dürfen die Insassen des Flugzeuges keiner Kabinendruckhöhe von mehr als 15 000 ft ausgesetzt werden. Um den dabei auftretenden Sauerstoffmangel zu kompensieren, stehen für die Passagiere und das Kabinenpersonal Sauerstoffmasken zu Verfügung die meist bei 13 500 ft automatisch aus der Decke über den Passagiersitzen ausgeworfen und zur Benutzung angeboten werden. Diese Versorgung mit Sauerstoff muss mindestens für 15 Minuten gewährleistet sein, da davon ausgegangen wird, dass es der Besatzung innerhalb dieser Zeit gelingt, die Kabinendruckhöhe auf eine Höhe zu bringen, die für den Menschen auch ohne zusätzlichen Sauerstoff keine schädlichen Auswirkungen hat.

Im vorliegenden schweren Vorfall hatte die Besatzung beim Auftreten der Warnung zeitverzugslos ihre Sauerstoffmasken aufgesetzt und ihr sofort eingeleiteter Notabstieg verhinderte das Ansteigen der Kabinendruckhöhe über die Schwelle, bei der die Sauerstoffmasken automatisch ausgeworfen werden. Damit bestand für die Insassen zu keiner Zeit die Gefahr einer Unterversorgung mit Sauerstoff.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Nicht betroffen.

1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

1.17.1 Das Flugbetriebsunternehmen

1.17.1.1 Allgemeines

Das Flugbetriebsunternehmen Sky Work Airlines AG wurde im Jahre 2004 als Tochterunternehmen der Firma Skywork AG gegründet. Es ist durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt unter dem *air operator certificate* (AOC) Nummer 1039, ausgestellt am 10. November 2005, zertifiziert und berechtigt, kommerziellen Lufttransport auszuführen. Im Herbst 2010 organisierte sich das Flugbetriebsunternehmen neu; im Jahre 2011 transportierte das Flugbetriebsunternehmen 87 000 Passagiere. Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls bestand die Flotte aus drei Turboprop-Flugzeugen des Musters Dash-8 Q400 und vier Flugzeugen des Musters DO328, darunter die am schweren Vorfall beteiligte HB-AES.

1.17.1.2 Prüflisten

Im Betriebshandbuch (*operations manual* – OM) OM A und OM B wird festgehalten, wie die Besatzungen nach welchen Verfahren das Flugzeug betreiben müssen. Unter anderem werden bezüglich Systemüberprüfung und Systembedienung in den entsprechenden Prüflisten die notwendigen Manipulationen festgehalten. In der Prüfliste wird zusätzlich festgehalten, welche Punkte durch welchen Piloten abzarbeiten sind. Dabei bedeutet:

„CM1, *flight crew member No 1 seated in the LH seat.*
 CM2, *flight crew member No 2 seated in the RH seat.*
 B/BP *Both, both flight crew members shall perform an action.*
 PF *Pilot flying.*
 PM *Pilot not flying, assisting pilot.*
 * *only for aircraft equipped with ground spoiler.*”

Im Folgenden sollen nur diejenigen Punkte erwähnt werden, die für den schweren Vorfall von Bedeutung waren.

Im OM B ist in Kapitel 2.5.2.1 „EXPANDED – FLIGHT DECK PREPARATION CHECKLIST“ für die Vorbereitung des Flugzeuges bezüglich Kabinendruck unter Punkt 15 Folgendes festgehalten:

„PRESSURIZATION PANEL.....2 [durch CM2].....CHECKED
 Field elevation of departure aerodrome..... Set
 This is to ensure correct elevation set for a possible relanding after take-off
 AUTO / MAN button.....Check in / dark
 CAB ALT selectorCheck full left / DN position
 CAB DUMP Buttons.....Check latched dark

NOTE: *Two micro switches in the power lever quadrant give a signal to the solenoid of the pneumatic outflow valve to open and depressurize the cabin, prepressurization will take place on ground (electro-pneumatic and pneumatic outflow valve are closed) when all doors are properly closed and either power lever is advanced out of ground idle position. Two door safety circuits ensure that the outflow valves do not open if a false door open signal is received from a door proximity switch when the aircraft is airborne.*”

In Kapitel 2.5.2.9 „EXPANDED – FL 100 CHECKLIST“ wird bezüglich Kabinendrucküberprüfung unter Punkt 2 folgendes festgehalten:

„PRESSURIZATIONPM.....CHECK

Monitor the Cabin Pressurization Panel and make sure: Cabin Altitude Rate of Climb is climbing at the correct rate. Cabin Altimeter indicates correct cabin altitude for ambient altitude. Cabin Differential pressure is increasing.”

In Kapitel 2.5.2.10 „EXPANDED – CRUISE CHECKLIST“ wird bezüglich Kabinendruck unter Punkt 3 folgendes festgehalten:

„DIFF. PRESSURE & CABIN alt..... PM NORMAL

Monitor the Cabin Pressurization Panel and make sure:

Cabin Altitude Rate of Climb has stabilized at zero.

Cabin Altimeter indicates correct cabin altitude for ambient altitude.”

In Kapitel 2.5.2.11 „EXPANDED – DESCENT CHECKLIST“ wird bezüglich Kabinendruck unter Punkt 1 folgendes festgehalten:

„PRESSURIZATION PM..... (DEST.) DESCENDING

Elevation of landing runwaySet / check”

1.17.1.3 Feststellungen im Simulator

Das Flugbetriebsunternehmen stellte bei Übungen im Simulator fest, dass viele der geprüften Piloten eine von der *full left / DN position* abweichende Stellung des MAN CAB ALT Drehknopfes bei der Cockpitvorbereitung nicht bemerkten.

1.17.2 Der Unterhaltsbetrieb

1.17.2.1 Allgemeines

Das Flugbetriebsunternehmen liess die Wartungsarbeiten an ihrem Flugzeug HB-AES durch die Firma RUAG Aviation durchführen. Die RUAG ist ein Anbieter für die Betreuung von Flugzeugen und die Integration von Systemen und Komponenten für die zivile und militärische Luftfahrt. Zu den Kernkompetenzen des Unternehmens zählen Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten.

Der Hauptsitz von RUAG Aviation befindet sich in Emmen bei Luzern (CH). Das Unternehmen ist heute an verschiedenen Standorten in der Schweiz, so auch auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp, in Deutschland und den USA präsent und beschäftigt rund 2300 Mitarbeitende.

1.17.2.2 Heavy Maintenance Arbeiten

Der Unterhaltsbetrieb hat die Grundüberholungsarbeiten (*heavy maintenance visit – HMV*) und Kontrollarbeiten gemäss den Vorschriften und Arbeitsblättern des Flugzeugherstellers ausgeführt.

Nach Abschluss der HMV Arbeiten wurde unter anderem auch ein „*fuselage – special test (leak test)*“ durchgeführt. Bei diesem Test wurde die Kabine auf den maximalen Differenzdruck gebracht und geprüft, ob das Überdruckventil funktioniert. Im Anschluss daran wurde in Teilschritten geprüft, wieviel Zeit verging, bis der Differenzdruck von 6.5 PSI auf 5 PSI, von 6.5 PSI auf 3.5 PSI, und von 6.5 PSI auf 2.0 PSI sank. Dabei durfte die Zeit von 100 s, 220 s respektive 365 s nicht unterschritten werden. Wären diese Zeiten unterschritten worden, hätte man von einem Leck (*leak*) gesprochen. Dieser Test war erfolgreich, d.h. es war kein Leck vorhanden.

1.17.3 Verfahren bei Notabstieg

Über das Notabstiegsverfahren (*emergency descent*) ist im OM B im Kapitel 3 *Abnormal and Emergency Procedures* folgendes festgehalten:

3.2.8.3 Emergency Descent

An Emergency Descent, if required, is normally carried out at VMO. If the structural integrity of the aeroplane is in doubt, however, limit the descent airspeed as much as possible and avoid high maneuvering loads. Moving the condition levers to MAX increases drag in order that the descent to lower altitude may be done in a timely fashion.

PF	PNF
<p>"EMERGENCY DESCENT"</p> <p>"MEMORY ITEMS"</p> <p>POWER levers (both) FI</p> <p>Descent Initiate (M_{MO}/V_{MO})</p> <p>Mayday call Perform</p>	<p>"EMERGENCY DESCENT"</p> <p>SEAT BELT/NO SMOKING signON</p> <p>CONDITION levers (both) MAX</p> <p>Cabin call Perform</p> <p>Altitude preselect 10'000 or MEA/MORA</p> <p>Transponder 7700</p>
<p>"MEMORY ITEMS COMPLETED"</p> <p>"EMERGENCY CHECK – RAPID DECOMPRESSION"</p> <p>Continue according QRH</p>	<p>"MEMORY ITEMS COMPLETED"</p>

Abbildung 4: Kopie aus dem OM B des Flugbetriebsunternehmens

In der Prüfliste (*quick reference handbook – QRH*) auf die im OM B verwiesen wird, ist für den Notabstieg folgendes Verfahren publiziert:

**RAPID DEPRESSURIZATION/
EMERGENCY DESCENT**

- Oxygen Masks On/100%
 - Mic switch Mask
 - Passenger Signs On
- EMERGENCY DESCENT, accomplish as req'd:**
- Power levers Flight Idle
 - Condition Levers Max
 - Airspeed Vmo

Note: *If structural integrity is in doubt, limit airspeed as much as possible and avoid high maneuvering loads.*

Abbildung 5: Kopie aus dem QRH des Flugzeugherstellers

1.18 Zusätzliche Angaben

Nach der Landung des Fluges SRK 600 wurde durch den Unterhaltsbetrieb, der die HMV durchgeführt hatte, eine erneute Kontrolle des Kabinendrucksystems durchgeführt. Eine visuelle Inspektion des vorderen Druckventils (*forward outflow valve*) zeigte, dass sich zwischen Ventildeckel und Luftrohr ein kleines Stück Isolationsmaterial befand (vgl. Anlage 4). Ein praktischer Versuch zeigte aber, dass sich das Ventil trotz dieses Isolationsmaterials dicht verschliessen liess.

Anschliessend führte das Flugbetriebsunternehmen in Absprache mit der Untersuchungsleitung einen Testflug durch. Der dazu eingesetzte Pilot äusserte sich dabei unter anderem wie folgt: *„Bei unserem Testflug nach dem Zwischenfall haben wir „cabin altitude“ und „differential pressure“ anhand dem QRH abnormal checklist CPCS AUTO FAIL verglichen. Das System funktionierte einwandfrei und es konnten keine Abweichungen zum Sollwert festgestellt werden.“*

Im Auftrag der SUST-AV notierte der gleiche Pilot anlässlich eines normalen Streckenfluges im Dezember 2012 während des Steigfluges die Kabinendruckhöhe in Abhängigkeit der Flughöhe noch einmal. Die Aufzeichnungen decken sich annähernd mit den Angaben, wie sie der Hersteller in seiner Prüfliste für den manuellen Betrieb des Kabinendrucksystems verlangt (vgl. Kapitel 1.6.3).

1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken

Nicht betroffen.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Allgemeines

Es liegen keine Hinweise für vorbestandene technische Mängel vor, die den schweren Vorfall hätten beeinflussen oder verursachen können. Insbesondere konnte ausgeschlossen werden, dass vorübergehende Fehlfunktionen oder Undichtheiten der Kabine, beispielsweise bei einer Türdichtung, einen Einfluss hatten.

2.1.2 Kabinendrucksystem

Wie in Kapitel 1.6.3 beschrieben, erfolgt beim Start zuerst eine *pre-pressurization* Phase, in der ein Differenzdruck aufgebaut wird, das heisst, die Kabinendruckhöhe sinkt auf eine Höhe, die 300 ft unter derjenigen des Startflugplatzes liegt. Erst bei einer Flughöhe von rund 10 000 ft respektive FL 100 beginnt die Kabinendruckhöhe zu steigen. Die Kommandantin sagte aus, dass beim Abarbeiten der *FL100-checklist* die Kabinendruckhöhe normalerweise um die 1600 ft betrage.

Diese Aussage basierte auf der Erfahrung der Kommandantin, denn der Heimatflugplatz (*homebase*) Bern-Belp des Flugbetriebsunternehmens, ab dem rund 50% der Flüge stattfinden, hat eine Bezugshöhe von 1673 ft. Wird nach dem Start in Bern-Belp beim Abarbeiten der *FL100 checklist* die Kabinendruckhöhe abgelesen, muss dieser Wert deshalb etwa der Flugplatzhöhe entsprechen, da nach dem Aufbau des Differenzdrucks die Kabine eben erst zu steigen beginnt, respektive zu steigen begonnen hat. Auch die Aussage des Copiloten, dass die Steigrate der Kabine bei diesem Prüflistenpunkt praktisch null sei, entspricht aus dem gleichen Grund dieser Erfahrung.

Nach dem Abheben des Flugzeuges um 14:57:02 UTC bis zum Ertönen der akustischen Warnung um 15:13:22 UTC respektive dem Anzeigen der Warnung CAB ALT, die bei einer Kabinendruckhöhe von 9500 ft ausgelöst wird, vergingen 16 Minuten und 20 Sekunden. Geht man davon aus, dass das *forward outflow valve* nicht ganz geschlossen war, stieg die Kabine demzufolge nach dem Abheben des Flugzeuges kontinuierlich mit einer durchschnittlichen Steigrate von rund 480 ft/min. Diese Steigrate entsprach wertmässig annähernd dem normalen Steigverhalten der Kabinendruckhöhe, wobei der Digitalcomputer dafür sorgt, dass dabei der Wert von 550 ft/min nicht überschritten wird (vgl. Kapitel 1.6.3.2).

Nach dem Erreichen von FL 270 und auch während des Sinkfluges stieg die Kabine so lange weiter, bis die Flughöhe des Flugzeuges mit der Kabinendruckhöhe identisch war. Dieser Punkt wurde, unter Annahme, dass die Steigrate der Kabinendruckhöhe beibehalten wurde, erreicht, als das Flugzeug im Sinkflug die Flughöhe von rund 11 700 ft durchflog. Anschliessend sank die Kabinendruckhöhe und blieb analog der Flughöhe auf 11 000 ft, wo die Druckregulierung gemäss Prüfliste in den manuellen Modus umgeschaltet wurde. Das erklärt auch, warum die Sauerstoffmasken in der Kabine nicht ausgeworfen wurden. Dazu hätte die Kabine bis auf 13 500 ft steigen müssen.

Das kontinuierliche Steigen der Kabinendruckhöhe lässt den Schluss zu, dass das *forward outflow valve* vom Start weg nicht ganz geschlossen war. Dies deckt sich nicht mit der Aussage des Copiloten, er habe bei der Cockpitvorbereitung für den Flug gemäss Prüfliste kontrolliert, dass sich der MAN CAB ALT Drehknopf in der DN Position befunden habe (vgl. Kapitel 1.17.1.2). Erschwerend wirkt in diesem Zusammenhang, dass der MAN CAB ALT Drehknopf unabhängig vom ge-

wählten Modus (*automatic or manual*) aktiv ist und somit das *forward outflow valve* nicht automatisch schliesst, wenn in den *auto mode* geschaltet wird.

Da die Kabinendruckhöhe nach Aussage des Copiloten im *MAN mode* reguliert werden konnte (vgl. Punkt 6 in der Prüfliste im Anhang 5), kann daraus geschlossen werden, dass das *forward outflow valve* funktionierte aber ursprünglich nicht ganz geschlossen war.

Nachteilig wirkt sich aus, dass die Position des *forward outflow valve* nirgends angezeigt wird. Damit ist für die Besatzung nur indirekt, über die Stellung des *MAN CAB ALT* Drehknopfes ersichtlich, ob das *forward outflow valve* geschlossen ist. Auf der entsprechenden *system page* (vgl. Abbildung 2, Kapitel 1.6.3) sind lediglich Kabinendruckhöhe, Kabinendifferenzdruck und Kabinensteigrate dargestellt. Liegt die Steigrate, wie im vorliegend untersuchten schweren Vorfall, innerhalb der normalen Werte, kann ein nicht ganz geschlossenes *forward outflow valve* nur erkannt werden, wenn, wie in der Prüfliste gefordert, nebst der Kabinensteigrate die folgenden zwei Werte geprüft werden: „*Cabin altimeter indicates correct cabin altitude for ambient altitude. Cabin Differential pressure is increasing.*“ Dabei muss festgehalten werden, dass diese Überprüfung für die Besatzung praktisch unmöglich ist, weil sie in eine Flugphase fällt, in welcher sich diese Werte laufend ändern und konkrete Angaben zum Vergleich fehlen.

2.1.3 Kommunikation

Die Flugbegleiterin sagte aus, dass sie die Kommandantin über das Bordkommunikationssystem (*interphone*) nicht verstanden habe, während diese die Sauerstoffmaske trug. Auch die Kommandantin sagte aus, dass sie die Flugbegleiterin am *interphone* nicht verstanden habe. Auch wenn die Flugbegleiterin dank ihrer Erfahrungen in der Fliegerei die Passagiere umfassend und situationsgerecht informierte, muss festgehalten werden, dass dieser Zustand ein Sicherheitsmangel ist. In einer Notsituation ist eine klare und uneingeschränkte Kommunikation via *interphone* von grosser Bedeutung. Sie bildet eine unabdingbare Voraussetzung für ein der Lage entsprechendes Handeln aller Beteiligten.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Besatzung

Für die Flugzeugvorbereitung arbeitete der Copilot die Punkte gemäss der *FLIGHT DECK PREPARATION CHECKLIST* ab. Beim entsprechenden Prüfpunkt über das Setzen des *CAB ALT selector* musste er unter anderem prüfen, ob dieser in der *full left / DN position* stand (vgl. Kapitel 1.17.1.2). Dies, um sicherzustellen, dass das *forward outflow valve* geschlossen war. Der Copilot sagte aus, dass er dies geprüft habe. Die Untersuchung kam zum Schluss, dass dieses *valve* nicht ganz geschlossen war. Dies bedeutet, dass der *CAB ALT selector* sich nicht in der *full left* respektive *DN position* befand. Die Stellung des *forward outflow valve* wird jedoch auf dem Flugdatenschreiber nicht aufgezeichnet.

Es erscheint aus folgendem Grund plausibel, dass die von der *full left / DN position* abweichende Schalterstellung bei der Cockpitvorbereitung nicht bemerkt wurde: Dieser Schalter wird im Normalbetrieb weder vor, während, noch nach dem Flug benutzt. Es ist ein häufig beobachtetes psychologisches Phänomen, dass die Stellung eines solchen Bedienelements beim Abarbeiten einer Prüfliste übersehen wird, weil unbewusst davon ausgegangen wird, es befinde sich in der vorgesehenen Position. Versuche beim Flugbetriebsunternehmen im Simulator haben denn auch gezeigt, dass viele der geprüften Piloten eine von *full left / DN position* abweichende Stellung des *MAN CAB ALT* Drehknopfes bei der Cockpitvorbereitung nicht bemerkten.

Bedienelemente, die nur in seltenen Fällen genutzt werden, können in einer bestimmten Position fixiert werden, indem Schalter durch einen Draht (*safety wire*) oder *push button* durch einen Deckel eine Sicherung erhalten. Damit müssen sie in den Prüflisten für den Normalbetrieb nicht mehr kontrolliert werden.

Nach dem Start, beim Durchsteigen von FL100, arbeitete der Copilot die *FL100 checklist* ab. Dabei musste er die folgenden Punkte prüfen (vgl. Kapitel 1.17.1.2): „*Cabin Altitude Rate of Climb is climbing at the correct rate. Cabin Altimeter indicates correct cabin altitude for ambient altitude. Cabin Differential pressure is increasing.*“ Die Überprüfung der entsprechenden Parameter erfolgte auf der entsprechenden *system page* (vgl. Abbildung 2, Kapitel 1.6.3). Beiden Piloten fiel dabei auf, dass die angezeigten Parameter nicht dem gewohnten Bild entsprachen. Die Kommandantin bemerkte, dass die Kabinendruckhöhe bei rund 3000 ft stand. Gemäss ihrer Erfahrung steht diese aber normalerweise bei 1600 ft. Die Steigrate der Kabinendruckhöhe entsprach aber dem üblichen Wert. Der Copilot stellte eine Steigrate fest, die nach seiner Erfahrung etwas höher als üblich war. Diese Angaben stimmen mit dem rekonstruierten Verlauf der Kabinendruckhöhe überein. Anscheinend haben diese nicht ausgeprägten Abweichungen gegenüber den Erfahrungswerten bei den Piloten aber keine Reaktion ausgelöst.

Insbesondere die effektive Kabinendruckhöhe wäre ein Indiz dafür gewesen, diesen Sachverhalt weiterzuerfolgen. Da die Besatzung im Verlauf des weiteren Steigfluges die *system page* CPCS / OXYGEN nicht mehr konsultierte, konnte sie in der Folge auch das weitere Steigen der Kabinendruckhöhe nicht wahrnehmen.

Die Besatzung wurde erst wieder auf die Kabinendruckhöhe aufmerksam, als die CAB ALT Warnung mit einem zusätzlichen akustischen Warnton (*triple chime*) ausgelöst wurde. Gleichzeitig nahm die Kommandantin auf der CPCS / OXYGEN *system page* die Kabinendruckhöhe wahr. Auf diese Warnung reagierte die Besatzung rasch, zielgerichtet und sicherheitsbewusst mit einem sofortigen und entschiedenen Notabstieg. Dadurch konnte zusätzlich ein Auswerfen der Sauerstoffmasken in der Passagierkabine verhindert werden.

Die Kommunikation mit der Flugverkehrsleitung war der Situation angepasst und half, die Situation unter Kontrolle zu halten.

Die Kommandantin gab weiter an, dass sie mit der Flugbegleiterin durch das Bordkommunikationssystem (*interphone*) nicht kommunizieren konnte. Da sie aber mithören konnte, was die Flugbegleiterin über das System zur Information der Passagiere diesen mitteilte, war sie beruhigt und entschloss sich, zu einem späteren Zeitpunkt einen Versuch zu unternehmen, mit der Flugbegleiterin in Kontakt zu treten. Diese Überlegungen waren der Situation angepasst.

Der Entscheid der Besatzung, aus Sicherheitsgründen wegen möglicher struktureller Schäden die Geschwindigkeit zu reduzieren, war sicherheitsbewusst. Weiter entschloss sich die Besatzung, aus einer Position rund 20 km südlich von Zürich nach Bern zurückzukehren und nicht eine Landung auf dem Flughafen Zürich vorzusehen. Dieser Entscheid orientierte sich an der Tatsache, dass Bern-Belp die *homebase* des Flugbetriebsunternehmens war und deshalb aus betrieblicher Sicht eine optimale Lösung darstellte.

2.2.2 Flugbegleiterin

Da sich die Flugbegleiterin am *interphone* mit den Piloten nicht verständigen konnte, informierte sie die Passagiere auf Grund einer eigenen Lagebeurteilung. Sie realisierte, dass die Piloten die Sauerstoffmasken aufgesetzt hatten. Da in der Kabine die Sauerstoffmasken nicht ausgeworfen wurden und sie zudem den Notabstieg als nicht sehr steil empfand, dachte sie nicht an eine *decompression*.

Diese Überlegungen zeugen von einer systematischen und logischen Arbeitsweise. Aus ihrer früheren Tätigkeit als Flugbegleiterin einer Linienfluggesellschaft und entsprechender Erfahrung dachte sie deshalb an Rauch im Cockpit und informierte die Passagiere im Sinne einer bevorstehenden Notlandung. Diese Verhaltensweise war umsichtig und sicherheitsbewusst.

2.2.3 Flugverkehrsleitung

Als die Besatzung um 15:14:55 UTC mit *Mayday* eine Notlage erklärte und einen Sinkflug verlangte, gab die Flugverkehrsleitung umgehend eine entsprechende Freigabe. In der Folge unterstützte die Flugverkehrsleitung die Besatzung mit Flughöhenangaben und Kursanweisungen. Auch gab sie der Besatzung mit entsprechenden Distanzhinweisen und der Offerte, in Zürich zu landen, zusätzliche Hinweise zur Lagebeurteilung durch die Piloten. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die am schweren Vorfall beteiligten Flugverkehrsleiter vorausdenkend und sicherheitsbewusst gehandelt haben.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Flugzeug war zum Verkehr nach VFR/IFR zugelassen.
- Sowohl Masse als auch Schwerpunkt des Flugzeuges befanden sich zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch (*aircraft flight manual* – AFM) zulässigen Grenzen.
- Die Untersuchung ergab keine Hinweise auf vorbestandene technische Mängel, die den schweren Vorfall hätten beeinflussen oder verursachen können.
- Das Flugzeug befand sich vom 30. Januar 2012 bis zum 13. März 2012 in einer Grundüberholung (*heavy maintenance visit* – HMV). Es hatte bis dahin 16 091:06 Betriebsstunden (*aircraft hours*) bei 14 837 Flugzeugzyklen (*aircraft cycles*).
- Am 13. März 2012, nach Abschluss der HMV, fand während 1:38 Stunden ein Testflug statt, welcher bezüglich Kabinendrucksystem keine Beanstandungen zeigte.

3.1.2 Besatzung

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

3.1.3 Flugverlauf

- Nach dem Start in Bern-Belp stieg das Flugzeug um 15:01:28 UTC durch die Flugfläche (*flight level* – FL) 100.
- Ungefähr zu diesem Zeitpunkt arbeitete die Besatzung die Punkte der „*FL 100 checklist*“ ab. Die Kommandantin bemerkte dabei eine Kabinendruckhöhe von rund 3000 ft mit einer normalen Kabinensteigrate.
- Um 15:13:22 UTC, kurz nach Erreichen der Reiseflughöhe von FL 270, erschien im Cockpit die Warnanzeige CAB ALT und gleichzeitig machte ein akustischer Warnton (*triple chime*) die Besatzung auf diese Warnanzeige aufmerksam.
- Die Kommandantin bemerkte dabei eine Kabinendruckhöhe von rund 9500 ft, die weiter am Steigen war.
- Beide Piloten setzten unverzüglich die Sauerstoffmasken auf und die Kommandantin leitete einen raschen Notabstieg (*emergency descent*) ein.
- Um 15:14:55 UTC meldete die Besatzung: „*Skyfox six hundred, Mayday, Mayday, Mayday, we request to descend*“.
- Der FVL gab unverzüglich eine unbeschränkte Freigabe zum Sinken. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt rund 20 km südlich des Flughafens Zürich.
- Während des Notabstieges bemerkten die Kommandantin wie auch die Flugbegleiterin, dass sie sich über das Bordkommunikationssystem (*interphone*) nicht verständigen konnten.

- Die Flugbegleiterin informierte die Passagiere auf Grund einer eigenen La-beurteilung.
- Die Flugverkehrsleitung unterstützte die Besatzung mit Flughöhenangaben und Kursanweisungen.
- Die Besatzung regulierte das Kabinendrucksystem im manuellen Modus (*manual mode*).
- Die Besatzung entschied sich, mit reduzierter Geschwindigkeit nach Bern-Belp zurückzufliegen.
- Die Flugverkehrsleitung orientierte die Besatzung über die verbleibenden Distanzen zu den Flughäfen Zürich respektive Bern-Belp und offerierte eine Landung in Zürich.
- Die Besatzung blieb bei ihrem Entscheid, nach Bern-Belp zurück zu fliegen.
- Während des Fluges zurück nach Bern-Belp hatte die Flugbegleiterin Zu-gang zum Cockpit und konnte nun durch die Besatzung orientiert werden.
- Der weitere Verlauf des Fluges war ereignislos und die Landung in Bern-Belp erfolgte um 15:44 UTC auf der Piste 14.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Die Stellung des *forward outflow valve*, ob geschlossen, offen oder teilweise offen, wird der Besatzung nicht explizit angezeigt.
- Die Flugbesatzung und die Flugbegleiterin verstanden sich am *interphone* nicht.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den schweren Vorfall.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass beim Start des Verkehrsflugzeuges das *forward outflow valve* nicht ganz geschlossen war und deshalb die Kabinendruckhöhe zu hohe Werte annahm.

Als direkte Ursache dieses schweren Vorfalls wurde ein falsch eingestelltes Be-dienelement zur Steuerung des Kabinendrucksystems ermittelt, das von der Be-satzung nicht bemerkt worden war.

Die folgenden Faktoren haben zur Entstehung des schweren Vorfalls beigetra-gen:

- Die Steuerung des *forward outflow valve*, die für den *manual mode* vorgese-hen ist, wirkt auch im automatischen Betriebsmodus.
- Die Stellung des *forward outflow valve* wird der Besatzung nicht angezeigt.

Der folgende Faktor hat den schweren Vorfall zwar nicht direkt verursacht, wurde aber im Rahmen der Untersuchung als risikoreich erkannt (*factors to risk*):

- Die Kommandantin und die Flugbegleiterin konnten sich am *interphone* nicht verständigen.

4 Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*international civil aviation organisation* – ICAO) richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, die darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen (VFU) bezüglich der Umsetzung folgende Regelung vor:

„Art. 32 Sicherheitsempfehlungen

¹ Das UVEK richtet, gestützt auf die Sicherheitsempfehlungen in den Berichten der SUST sowie in den ausländischen Berichten, Umsetzungsaufträge oder Empfehlungen an das BAZL.

² Das BAZL informiert das UVEK periodisch über die Umsetzung der erteilten Aufträge oder Empfehlungen.

³ Das UVEK informiert die SUST mindestens zweimal jährlich über den Stand der Umsetzung beim BAZL.“

4.1 Sicherheitsempfehlungen

4.1.1 Sicherheitsempfehlung zur Steuerung des forward outflow valve des DO328-100

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 14. März 2012 um 14:56 UTC startete das Flugzeug DO328-100 in Bern-Belp (LSZB) zum Linienflug nach Instrumentenflugregeln nach Wien-Schwechat (LOWW). An Bord befanden sich drei Besatzungsmitglieder und 17 Passagiere.

Eine Minute nach Erreichen der Reiseflughöhe, der Flugfläche 270, erschien die Warnanzeige CAB ALT und gleichzeitig machte ein akustischer Warnton (*triple chime*) die Besatzung auf diese Warnung aufmerksam. Die Kabinendruckhöhe betrug in diesem Moment 9500 ft und war immer noch am Steigen. Die Besatzung setzte die Sauerstoffmasken auf und leitete unverzüglich einen Notabstieg (*emergency descent*) ein. Sie setzte eine *Mayday*-Meldung ab und erhielt vom Flugverkehrsleiter (FVL) umgehend eine unbegrenzte Sinkfreigabe.

Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt 20 km südlich von Zürich Kloten. Die Besatzung entschied sich, mit reduzierter Geschwindigkeit nach Bern-Belp zurückzukehren. Gemäss der entsprechenden Prüfliste wurde in der Folge bis zur Landung das Kabinendrucksystem manuell gesteuert. Die Untersuchung führte zum Schluss, dass beim Start des Flugzeuges das *forward outflow valve* nicht ganz geschlossen war.

Diese Situation konnte entstehen, weil der Drehknopf zur Steuerung des *forward outflow valve* in einer falschen Position stand und die Besatzung diese Fehleinstellung nicht bemerkte.

Die folgenden Faktoren haben zur Entstehung des schweren Vorfalls beigetragen:

- Die Steuerung des *forward outflow valve*, die für den *manual mode* vorgesehen ist, wirkt auch im automatischen Betriebsmodus.
- Die Stellung des *forward outflow valve* wird der Besatzung nicht angezeigt.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 492

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (*European Aviation Safety Agency – EASA*) sollte zusammen mit dem Flugzeughersteller Massnahmen ergreifen, damit die Besatzung ein nicht geschlossenes *forward outflow valve*, insbesondere im automatischen Betriebsmodus, besser erkennen kann.

4.2 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Keine.

Payerne, 28. November 2014

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle

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

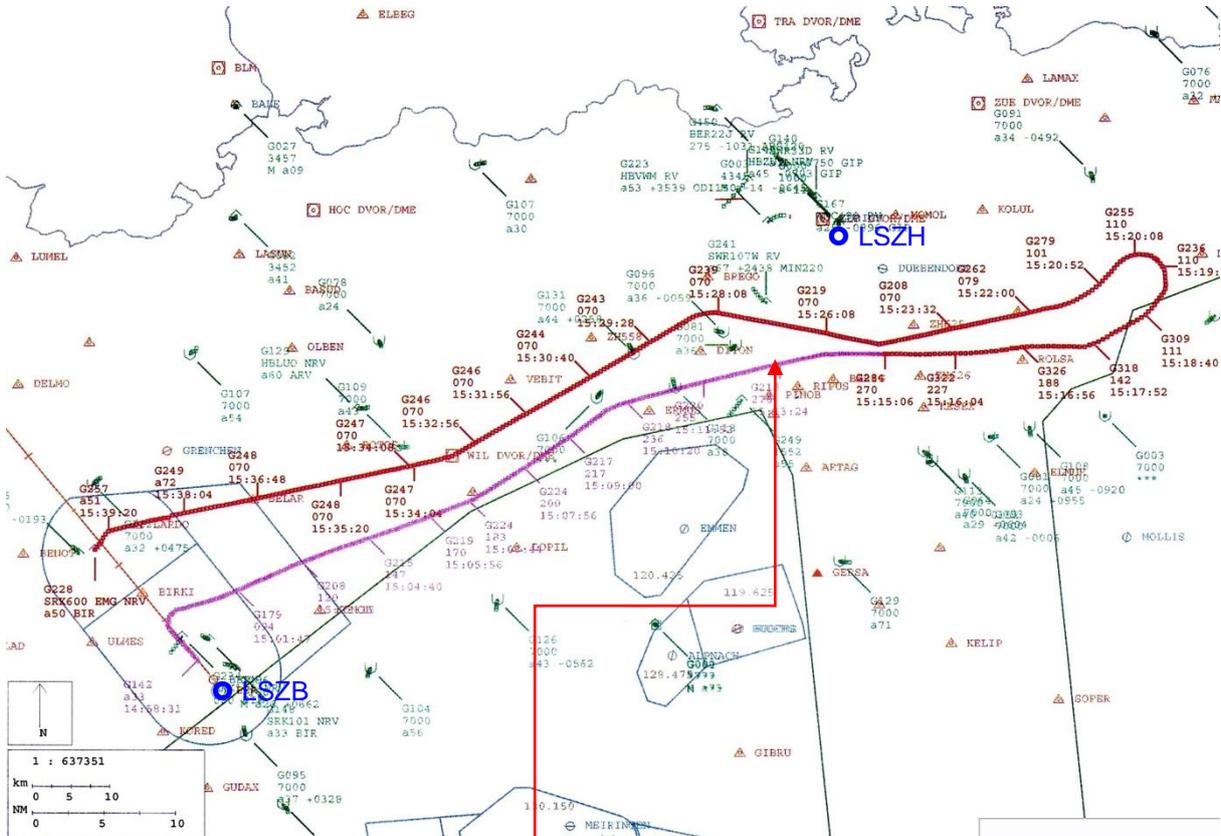
Bern, 9. Dezember 2014

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

Bern, 9. Dezember 2014

Anlagen

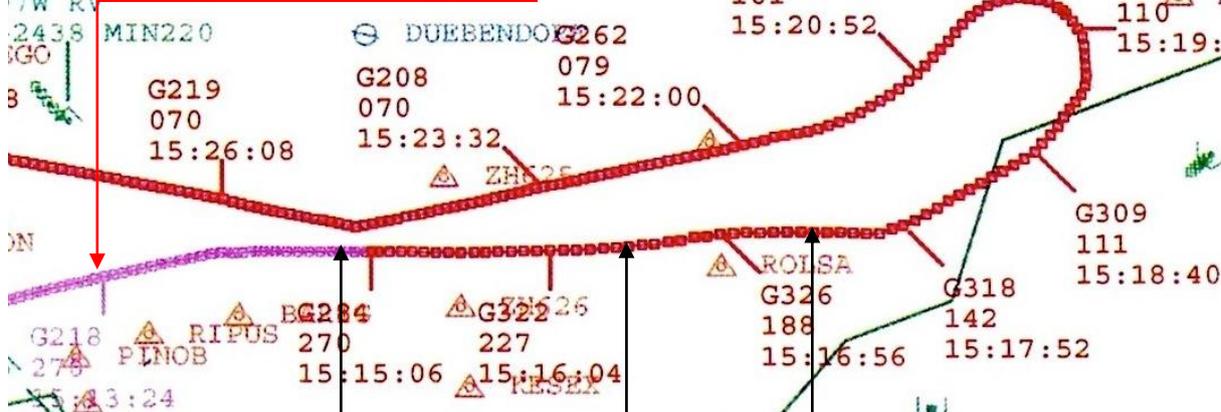
Anlage 1: Radaraufzeichnung des Flugweges



15:13:22 UTC CAB ALT Warnung wird angezeigt



↓ Geschwindigkeit gegenüber dem Boden (ground speed) in Knoten
 G255
 110 = Druckhöhe in Hundert Fuss
 15:20:08 = Zeit in UTC

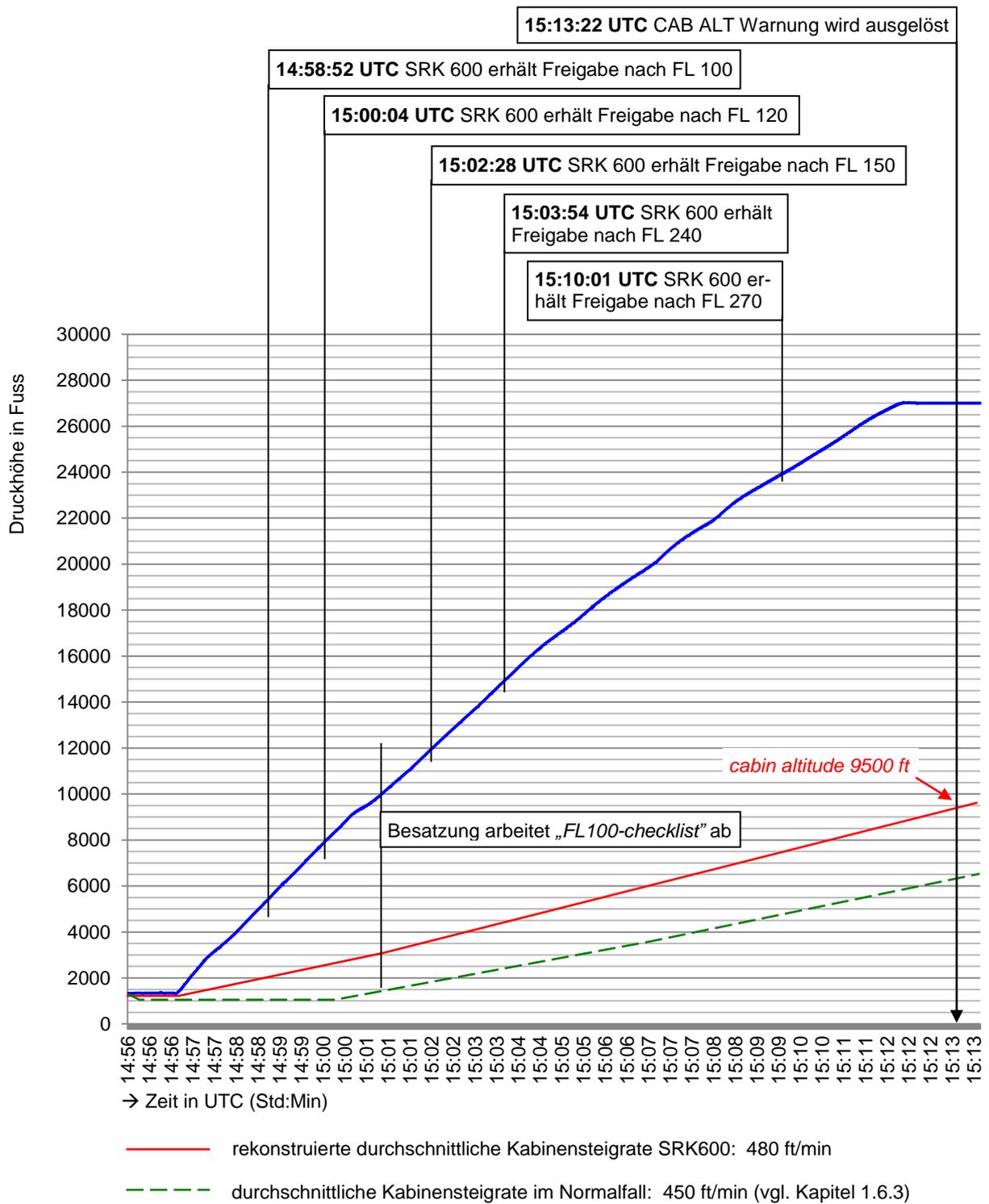


15:17:25 UTC Besatzung erhält Kursanweisung 060°

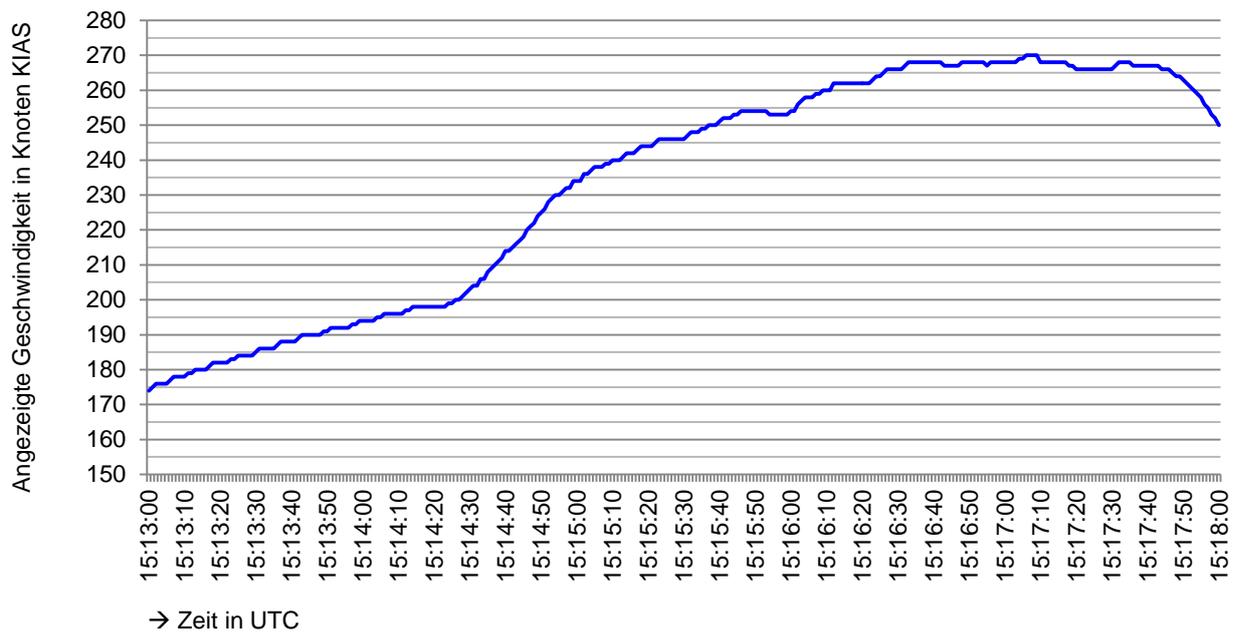
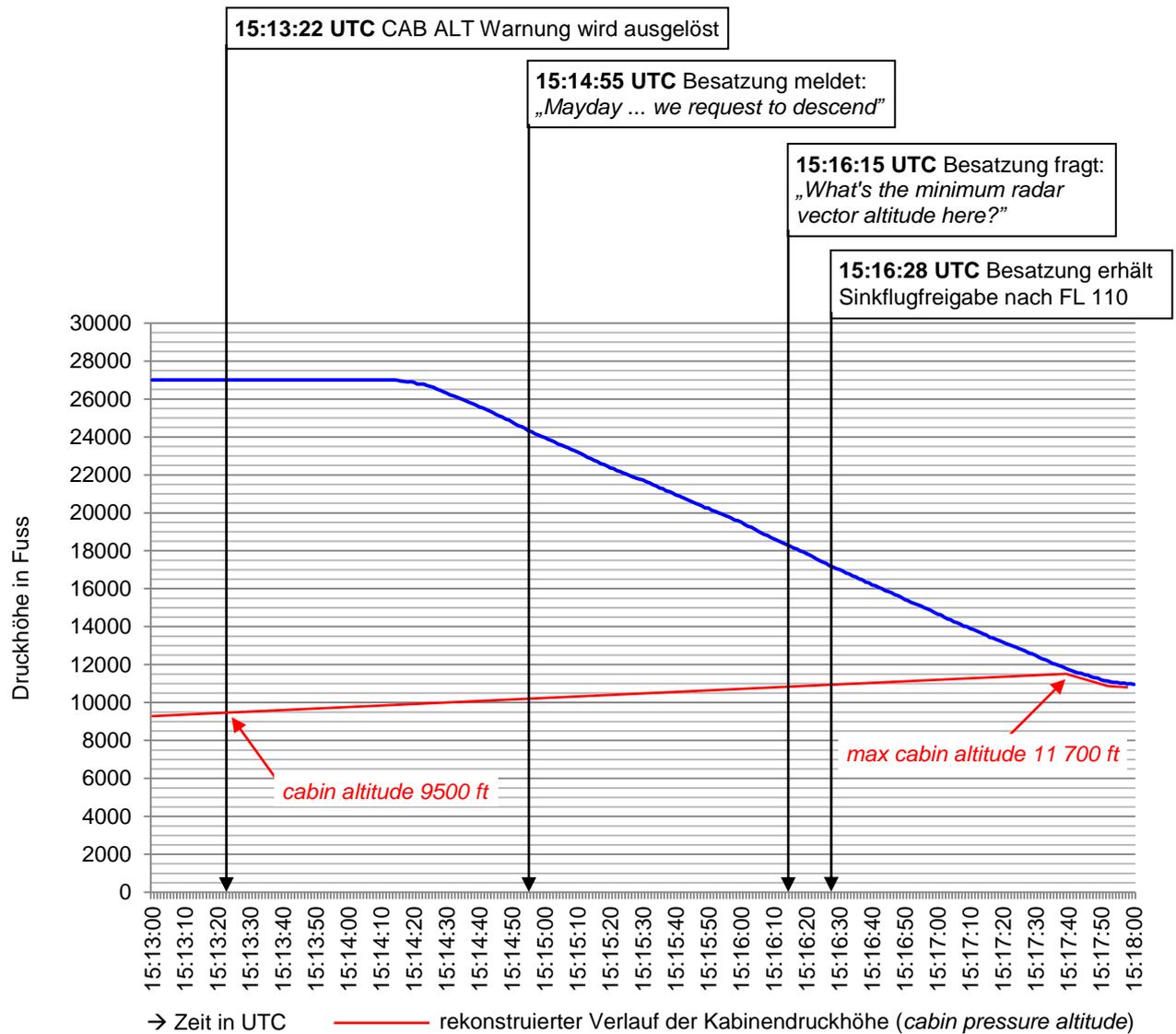
15:16:28 UTC Besatzung erhält Sinkflugfreigabe nach FL 110

15:14:55 UTC Besatzung meldet: „Mayday ... we request to descend“

Anlage 2: Profil des Flugweges im Steigflug



Anlage 3: Profil des Flugweges im Zeitraum des schweren Vorfalles



Anlage 4: Isolationsmaterial am forward outflow valve



Anlage 5: Prüfliste bei excessive cabin altitude

CAB ALT	
EXCESSIVE CABIN ALTITUDE	
ACTION	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crew oxygen masks DON – 100% 2. Oxygen mask mike Activate—adjust speaker VOL – or use headset with oxygen mask to establish crew communication 3. SEAT BELT / NO SMOKING switches ON 4. CABIN ALTITUDE and RATE Check 5. PRESSURIZATION CONTROL MODE MAN 6. MAN CAB ALT selector DN 7. Descent Initiate to 10 000 ft or minimum enroute altitude whichever is higher <p>If CABIN ALTITUDE can be controlled or CAB ALT Caution extinguishes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. PRESSURIZATION CONTROL MODE Leave in MAN 9. CPCS AUTO FAIL procedure Apply <p>If CABIN ALTITUDE cannot be controlled:</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. OXYGEN DROP–OUT switch Unlatch – MAN <p>If DROP–OUT unsuccessful:</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. OXYGEN separation valve Select connected mode <p>If flight is continued above 10 000 ft:</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Crew oxygen masks NORM 13. Oxygen duration Check – refer to the OXYGEN CONSUMPTION tables 1 and 2 below. – Add the oxygen consumption required for descent (table 1) to the oxygen consumption required for 2 pilots at the altitude to be flown (table 2). When this oxygen quantity is reached proceed with step 14. 14. OXYGEN PAX–SUPPLY button ... OFF 15. OXYGEN separation valve Closed 16. Advise cabin attendant that only FIRST AID OXYGEN is available.
	cont'd next page

Kopie aus dem OM B des Flugbetriebsunternehmens (*chapter 3, Abnormal and Emergency Procedures*); das Verfahren ist identisch mit der Publikation im AOM des Flugzeugherstellers, *Volume 1, Emergency Procedures 03-02-00*)

Anlage 6: Publikation einer abweichenden Stellungnahme

Entsprechend ICAO Annex 13 Kapitel 6.3 in Verbindung mit Doc 9756 Kapitel 1.4 veröffentlicht die SUST nachfolgende Stellungnahme des bevollmächtigten Vertreters der Bundesrepublik Deutschland. Es handelt sich dabei um eine Stellungnahme die von den Positionen der SUST, wie sie im Schlussbericht veröffentlicht wurden, abweicht und deren Veröffentlichung von der Deutschen BFU gewünscht wurde. Diese Stellungnahme wird von der SUST nicht weiter kommentiert.

„Im Kapitel 2.1.2 wird die Hypothese aufgestellt, dass das Ansteigen der Kabinenhöhe auf ein nicht vollständig geschlossenes Forward Outflow Valve zurückzuführen ist. Diese Hypothese wird durch verschiedene Fakten untermauert und erscheint auch aus Sicht der BFU als sehr wahrscheinlich, obwohl sie im Widerspruch zur Aussage des Copiloten steht. Es ist folglich auch sehr wahrscheinlich, dass die Cockpitvorbereitung nicht korrekt durchgeführt wurde.

Die CAB ALT – EXCESSIVE CABIN ALTITUDE-Checkliste des AFM der DO 328-100, welche sich auch in dem OM B des Luftfahrtunternehmens wiederfindet, enthält vor dem Einleiten eines Emergency Descents die Punkte PRESSURIZATION CONTROL MODE ... MAN und MAN CAB ALT selector ... DN. Folgt man der Hypothese, dass der Druckverlust auf eine falsche Stellung des Manual Cabin Altitude Selectors zurückzuführen ist, wäre bei der Befolgung der Vorgaben des AFM und des OM/B sofort die Kabinenhöhe wieder kontrollierbar gewesen und ein Emergency Descent hätte nicht durchgeführt werden müssen.

Folglich hat das zweimalige fehlerhafte Umsetzen der bestehenden Verfahren sehr wahrscheinlich ursächlich zu dem Ereignis beigetragen. Die Gründe für die fehlerhafte Umsetzung bleiben hierbei offen.

Die im Bericht enthaltene Sicherheitsempfehlung an die EASA bezüglich einer Designänderung des Flugzeuges halte ich vor diesem Hintergrund weder zielführend noch dem durch das Ereignis erkennbar gewordenen Sicherheitsrisiko angemessen.“