



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

Schlussbericht Nr. 2312 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall des Verkehrs-
flugzeuges DO 328-100, HB-AEO,

vom 7. Dezember 2015

Regionalflugplatz Bern-Belp (LSZB)

Causes

L'incident grave consistait en une collision à peine évitée avec des obstacles, car l'avion a été roulé jusqu' à la position de départ à une vitesse non adaptée aux conditions de visibilité marginales, l'équipage avait perdu son orientation et l'avion n'a plus pu ralentir à temps. Par conséquent, l'avion ne s'est immobilisé qu'immédiatement au-delà du *runway turn pad* et juste avant le feu d'approche dans l'herbe.

Les facteurs suivants ont joué un rôle dans l'incident grave :

- définition de priorités inadaptée à la situation ;
- faible visibilité de l'éclairage des limites du *runway turn pad*.

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.

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

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

Inhaltsverzeichnis

Überblick	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 Flugverlauf.....	8
1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls	11
1.2 Personenschäden.....	11
1.2.1 Verletzte Personen	11
1.3 Schaden am Luftfahrzeug.....	11
1.4 Drittschaden.....	11
1.5 Angaben zu Personen.....	11
1.5.1 Flugbesatzung	11
1.5.1.1 Kommandant	11
1.5.1.2 Copilot.....	12
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug	12
1.6.1 Allgemeine Angaben	12
1.7 Meteorologische Angaben.....	13
1.7.1 Allgemeine Wetterlage	13
1.7.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des schweren Vorfalls.....	13
1.7.3 Astronomische Angaben	13
1.8 Navigationshilfen.....	13
1.9 Kommunikation	13
1.10 Angaben zum Flughafen.....	14
1.10.1 Allgemeines	14
1.10.2 Pistenausrüstung	14
1.10.3 Rettungs- und Feuerwehrdienste	14
1.10.4 Pistenbefahrung	15
1.11 Flugschreiber.....	17
1.11.1 Flugdatenschreiber.....	17
1.11.2 Sprach und Geräuschaufzeichnungsgerät.....	17
1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle	17
1.12.1 Stelle des schweren Vorfalls	17
1.12.2 Aufprall.....	17
1.12.3 Wrack.....	18
1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen.....	18
1.14 Feuer.....	18
1.15 Überlebensaspekte.....	18
1.16 Versuche und Forschungsergebnisse	18
1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	19
1.17.1 Flugbetriebsunternehmen.....	19
1.17.1.1 Geschichte.....	19

1.17.1.2	Allgemeines	19
1.17.1.3	Allgemeine Verfahrensvorgaben	19
1.17.1.4	Flugzeugspezifische Verfahrensvorgaben	22
1.17.1.5	Berechnung der Flugleistungen.....	24
1.18	Zusätzliche Angaben.....	26
1.18.1	Empfehlungen der ICAO und der EASA und deren Umsetzung.....	26
1.18.1.1	Runway turn pad Markierung	26
1.18.1.2	Runway turn pad Befeuerung.....	26
1.18.1.3	Runway edge lights und runway end lights	27
1.18.1.4	Runway centre lines	29
1.18.2	Flughafen Bournemouth	29
1.18.3	Flughafen Cambridge	30
1.19	Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken.....	31
2	Analyse	32
2.1	Technische Aspekte.....	32
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte	32
2.2.1	Infrastruktur.....	32
2.2.2	Flugbetriebsunternehmen.....	32
2.2.3	Flugbesatzung	33
3	Schlussfolgerungen.....	35
3.1	Befunde	35
3.1.1	Technische Aspekte	35
3.1.2	Besatzung.....	35
3.1.3	Flugverlauf.....	35
3.1.4	Rahmenbedingungen	36
3.2	Ursachen	36
4	Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	37
4.1	Sicherheitsempfehlungen.....	37
4.1.1	Befeuerung von runway turn pads.....	37
4.1.1.1	Sicherheitsdefizit.....	37
4.1.1.2	Sicherheitsempfehlung Nr. 532	38
4.2	Sicherheitshinweise	38
4.2.1	Rollen bei schlechten Sichtbedingungen	38
4.2.1.1	Sicherheitsdefizit.....	38
4.2.1.2	Sicherheitshinweis Nr. 17	38
4.3	Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	39
4.3.1	SkyWork Airlines	39
Anlagen	40	
Anlage 1: Illustration der Beleuchtungsverhältnisse	40	
Anlage 2: Flughafenkarte (Kopie aus dem AIP Switzerland)	41	
Anlage 3: Flughafenkarte Bournemouth (Kopie aus dem AIP UK)	42	
Anlage 4: Flughafenkarte Cambridge (Kopie aus dem AIP UK)	43	

Zusammenfassung

Überblick

Eigentümer	SkyWork Airlines AG, Aemmenmattstrasse 43, 3123 Belp
Halter	SkyWork Airlines AG, Aemmenmattstrasse 43, 3123 Belp
Hersteller	Dornier Luftfahrt GmbH
Luftfahrzeugmuster	DO 328-100
Eintragsstaat	Schweiz
Eintragszeichen	HB-AEO
Ort	Regionalflugplatz Bern-Belp (LSZB)
Datum und Zeit	7. Dezember 2015, 18:06 UTC

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 7. Dezember 2015 um 18:06 UTC. Die Meldung traf am 7. Dezember 2015 um 18:57 UTC bei der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) ein, die gleichentags, in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Bern, eine Untersuchung eröffnete.

Für die Untersuchung standen folgende Grundlagen zur Verfügung:

- Beweissicherung vor Ort
- Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs
- Aufzeichnungen der Flugschreiber
- Auskünfte von Besatzungsmitgliedern

Der vorliegende Schlussbericht wird durch die SUST veröffentlicht.

Kurzdarstellung

Für den Flug SX 206 von Bern-Belp (LSZB) nach Hamburg (EDDH) mit der planmässigen Abflugzeit von 17:30 UTC wurde das Verkehrsflugzeug Dornier DO 328-100, eingetragen als HB-AEO, eingesetzt. An Bord befanden sich drei Besatzungsmitglieder und 14 Passagiere.

Wegen der herrschenden Wettersituation in Hamburg verzögerte sich der Abflug um gut eine halbe Stunde. In dieser Zeitspanne zog über Bern-Belp der prognostizierte Nebel auf. Die Flugbesatzung erhielt vom Flugverkehrsleiter (FVL) um 18:03:21 UTC die Freigabe, auf der Piste in die Startposition der Piste 14 zu rollen. Nur wenige Sekunden später teilte der FVL mit, dass die Pistensichtweite (*Runway Visual Range – RVR*) nun 600 m betrage. Während des Rollens entschied sich die Besatzung, für den Start die Sicherheitsgeschwindigkeiten für Vereisungsbedingungen (*icing speeds*) zu berücksichtigen. Dazu benutzte der Copilot den bordseitig mitgeführten *electronic flight bag* (EFB). Er teilte dabei dem Kommandanten mit, dass er nun nicht mehr nach draussen schauen würde. Die am Boden aufgemalte gelbe Linie beim Übergang vom Pistenende in den *runway turn pad* sah der Kommandant nicht. Diese Linie sollte ihn für den kommenden Richtungswechsel um 180° optisch führen. Die Geschwindigkeit in dieser Phase betrug rund 20 kt. Als der Kommandant merkte, dass er die Orientierung entlang der Piste verloren hatte, begann er zu bremsen. Das Flugzeug kam unmittelbar nach dem *runway turn pad* im Gras zum Stillstand.

Das Flugzeug wurde nicht beschädigt und die Insassen blieben unverletzt.

Ursachen

Der schwere Vorfall bestand aus einer nur knapp verhinderten Kollision mit Hindernissen, weil das Flugzeug mit einer den marginalen Sichtbedingungen nicht angepassten Geschwindigkeit zur Startposition gerollt wurde, die Besatzung die Orientierung verlor und dadurch das Flugzeug nicht mehr rechtzeitig abgebremst werden konnte. In der Folge kam das Flugzeug erst unmittelbar nach dem *runway turn pad* und knapp vor der Anflugbefeuerung im Gras zum Stillstand.

Die folgenden Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- der Situation nicht angepasste Prioritätensetzung;
- schlecht erkennbare Begrenzungsbefeuerung des *runway turn pad*.

Sicherheitsempfehlungen

Mit diesem Schlussbericht werden eine Sicherheitsempfehlung und ein Sicherheitshinweis ausgesprochen.

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Während des gesamten Fluges war der Kommandant als fliegender Pilot (*Pilot Flying – PF*) und der Copilot als assistierender Pilot (*Pilot Monitoring – PM*) eingesetzt.

Der Flug wurde nach Instrumentenflugregeln durchgeführt. Es handelte sich um einen Linienflug.

1.1.2 Vorgeschichte

Infolge Nebels wurde am 6. Dezember 2015 das Verkehrsflugzeug DO 328-100, eingetragen als HB-AEO aus Hamburg ankommend, nach dem Verkehrsflughafen Basel-Mühlhausen (LFSB) umgeleitet.

Das Flugbetriebsunternehmen plante am 7. Dezember 2015 die HB-AEO wie folgt einzusetzen:

Datum	Flugnummer	Flug von	Abflug (UTC)	Flug nach	Ankunft (UTC)
07.12.2015	SX 600	Bern	08:40	Wien	10:15
07.12.2015	SX 601	Wien	10:45	Bern	12:25
07.12.2015	SX 210	Bern	13:00	Berlin-Tegel	14:40
07.12.2015	SX 211	Berlin-Tegel	15:10	Bern	17:00
07.12.2015	SX 206	Bern	17:30	Hamburg	19:15
07.12.2015	SX 207	Hamburg	19:45	Bern	21:30

Um diese Linienflüge wie geplant durchzuführen, flog die HB-AEO am Morgen des 7. Dezember 2015 um 07:47 UTC in Basel ab und kam in Bern-Belp um 08:10 UTC an. Anschliessend führte die Besatzung die Flüge nach Wien und zurück planmässig durch.

Für die restlichen vier Flüge wurde eine andere Besatzung eingeplant, die sich um 12:00 UTC in Bern-Belp traf, um die Flugvorbereitungen durchzuführen. Nach Abschluss dieser Arbeiten begab sich die Besatzung bestehend aus Kommandant, Copilot und Flugbegleiter zum Flugzeug HB-AEO und bereitete dieses wie gewohnt vor. Nachdem die Passagiere an Bord waren, wurde Flug SX 210 nach Berlin-Tegel (EDDT) durchgeführt. Um 16:43 UTC traf die HB-AEO unter der Flugnummer SX 211 etwas früher als geplant wieder in Bern-Belp ein.

Da für den Abend in Bern-Belp erneut mit Nebel gerechnet werden musste, einigte sich der Kommandant mit der Besatzung darauf, die Vorbereitungszeit so kurz wie möglich zu halten. Dies mit dem Ziel, so früh wie möglich in Hamburg (EDDH) abzufliegen, um noch vor dem Aufziehen des prognostizierten Nebels in Bern-Belp landen zu können. Nachdem das Flugzeug betankt worden war, liess der Kommandant die 14 Passagiere, die sich bereits in der Abflughalle eingefunden hatten, abrufen. Diese waren ungefähr um 17:10 UTC an Bord.

1.1.3 Flugverlauf

Zum Zeitpunkt, als die Türen an Bord der HB-AEO geschlossen und sämtliche Vorbereitungen beendet waren, herrschten Sichtwetterbedingungen (*Visual Mete-*

orological Conditions – VMC). Basierend darauf wurden die Sicherheitsgeschwindigkeiten und die Systemkonfiguration für den Start festgelegt. Um 17:15 UTC verlangte der Copilot die Freigabe zum Starten der Triebwerke. Der Flugverkehrsleiter (FVL) informierte daraufhin die Besatzung, dass für den Flug SX 206 ein Zeitfenster für einen Abflug um 18:26 UTC eingegangen sei, d.h. rund eine Stunde später als geplant. Daraufhin informierte der Kommandant den Flugbegleiter und machte eine entsprechende Ansage an die Passagiere.

Um 17:55:40 UTC meldete der FVL der Besatzung, dass sich das Zeitfenster um 20 Minuten auf 18:06 UTC verbessert habe. In der Folge verlangte der Copilot um 17:58:12 UTC erneut die Freigabe zum Starten der Triebwerke, was umgehend vom FVL bewilligt wurde. Anschliessend wurde Flug SX 206 durch den FVL die Standardinstrumentenabflugroute (*Standard Instrument Departure* – SID) „Ramok 2S“, mit der Bewilligung nach dem Start bis Flugfläche (*Flight Level* – FL) 100 zu steigen, zusammen mit dem Transpondercode 2770 zugewiesen. Nachdem dies vom Copiloten zurückgelesen worden war, informierte der FVL die Besatzung darüber, dass die Pistensichtweite (*Runway Visual Range* – RVR) im Moment 1200 m betrage. Die HB-AEO stand auf dem Standplatz Y2 in Richtung Süden ausgerichtet. Somit konnte der von der Stadt Bern herannahende Nebel durch die Flugbesatzung nicht wahrgenommen werden.

Nachdem die Triebwerke gestartet und alle Prüflisten abgearbeitet waren, fragte der Copilot um 18:03:17 UTC nach der Rollfreigabe, die durch den FVL mit einer Freigabe zum *backtrack* auf die Piste 14 via den Rollweg C umgehend erteilt wurde. Um 18:03:31 UTC teilte der FVL der Flugbesatzung mit, dass die RVR nun 600 m betrage und der Wind aus 330 Grad mit 6 Knoten wehe. Zudem fragte er die Flugbesatzung ob sie immer noch ab der Piste 14 starten wolle. Die Flugbesatzung bejahte. Zu diesem Zeitpunkt befand sich die HB-AEO im Bereich des Rollweges C.

Im Anschluss an dieses Funkgespräch fragte der Copilot den Kommandanten, was er davon halte, die Sicherheitsgeschwindigkeiten für Vereisungsbedingungen (*icing speeds*) zu berücksichtigen. Zu diesem Zeitpunkt herrschte Nebel und die Temperatur betrug 2 °C. Der Kommandant entgegnete, dass die Nebelschicht nur dünn sei und darüber weiterhin VMC herrschen würde und fragte den Copiloten, was er dazu meine. Der Copilot gab zu verstehen, dass die Entscheidung beim Kommandanten liege. Dieser akzeptierte darauf den Vorschlag des Copiloten, für den Start die *icing speeds* zu berücksichtigen. Zu diesem Zeitpunkt hatte der Kommandant die HB-AEO gerade auf die Mittellinie der Piste gesteuert, um zum Pistenanfang 14 zu rollen.

Daraufhin informierte der Copilot den Kommandanten, dass er ab jetzt nicht mehr rausschauen würde. In der Folge griff er zum tragbaren Computer, einem *electronic flight bag* (EFB). Nachdem der EFB aus dem Ruhezustand hochgefahren worden war, startete der Copilot das Programm zur Berechnung der Startflugeleistungen (vgl. Kapitel 1.17.1.5). Anschliessend begann er die relevanten Parameter einzugeben und liess das Programm die entsprechende Berechnung ausführen. In der Zwischenzeit rollte der Kommandant weiter. Gemäss den Aufzeichnungen des Flugdatenschreibers betrug die Rollgeschwindigkeit der HB-AEO anfänglich zwischen 15 und 20 kt und erhöhte sich bis auf die Höhe des Rollweges A auf 30 kt. Die versetzte Pistenschwelle 14 wurde mit einer Geschwindigkeit von 27 kt überrollt. Zwischenzeitlich las der Copilot die Resultate der Berechnung vor, der Kommandant hörte dies mit. Gleichzeitig gab der Copilot diese Daten ins Flugführungssystem der HB-AEO ein. In dieser Phase war der Kommandant bestrebt, die gelbe Linie am Ende der Piste zu erkennen, die ihn während der 180°-Kurve optisch unterstützen sollte, um das Flugzeug in die Startposition der Piste 14 zu rollen, sah sie aber gemäss seinen Angaben nicht (vgl. Abbildung 2 und 5).

Der Kommandant, wie auch der Copilot konnten sich nicht mehr daran erinnern, die roten Lampen des Pistenendes, beim Übergang in den *runway turn pad*, erkannt zu haben. Beim Überrollen dieses Pistenendes hatte die HB-AEO eine Geschwindigkeit von rund 20 kt. In diesem Bereich führt die erwähnte gelbe Linie Besatzungen zur 180°-Kurve. Um 18:05:58 UTC erteilte der FVL der Besatzung von Flug SX 206 die Startfreigabe, was der Copilot quittierte. In dieser Phase merkte der Kommandant, dass er die Orientierung entlang der Piste verloren hatte und begann mit dem Abbremsen der Maschine. Kurz darauf erkannte er die im Nebel reflektierende Anflugbefeuerung der Piste 14 und stellte fest, dass die HB-AEO entlang der Pistenachse ins Gras gerollt war. Das Hauptfahrwerk befand sich dabei unmittelbar nach dem Asphalt im Gras.



Abbildung 1: Das Flugzeug nach dem Stillstand (Quelle: Flughafenfeuerwehr)

Durch leichtes Erhöhen der Triebwerksleistung versuchte der Kommandant noch, das Flugzeug zu bewegen, allerdings ohne Erfolg. Anschliessend meldete die Besatzung dem FVL um 18:06:43 UTC die aktuelle Situation. Auf die Frage des FVL, ob die Besatzung weitere Unterstützung brauche, informierte der Kommandant, dass die Besatzung gezwungen sei, die Passagiere vor Ort aussteigen zu lassen. Nachdem das Hilfsaggregat (*Auxiliary Power Unit – APU*) gestartet worden war, stellte die Besatzung die Triebwerke ab. Als Hilfsfahrzeuge bei der HB-AEO eingetroffen waren, verliessen die Passagiere das Flugzeug über die bordeigene Treppe.

Der Flugbetrieb in Bern-Belp wurde unverzüglich eingestellt, bis das Flugzeug geborgen worden war.

1.1.4	Ort und Zeit des schweren Vorfalls	
	Vorfallort	Regionalflugplatz Bern-Belp, <i>runway turn pad</i> vor dem Pistenanfang der Piste 14
	Datum und Zeit	7. Dezember 2015, 18:06 UTC
	Beleuchtungsverhältnisse	Nacht
	Koordinaten	603 944 / 196 509 (<i>swiss grid</i> 1903) N 46° 55' 11" / E 007° 29' 25" (WGS 84)
	Höhe	508 m/M 1668 ft AMSL ¹

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	3	14	17	Nicht zutreffend
Gesamthaft	3	14	17	0

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Flugzeug wurde nicht beschädigt.

1.4 Drittschaden

Es entstand geringer Flurschaden.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Flugbesatzung

1.5.1.1 Kommandant

Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1963	
Lizenz	Verkehrspilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Airline Transport Pilot Licence Aeroplane – ATPL(A)</i>) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (<i>European Aviation Safety Agency – EASA</i>), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL).	
Flugerfahrung	Gesamthaft	8081 h
	Als Kommandant	4336 h
	Auf dem Vorfallmuster	1919 h
	Davon als Kommandant	1919 h
	Während der letzten 90 Tage	144 h
	Davon auf dem Vorfallmuster	144 h

¹ AMSL: *above mean sea level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

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

1.5.1.2 Copilot

Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1978		
Lizenz	Verkehrspilotenlizenz für Flugzeuge ATPL(A) nach der EASA, ausgestellt durch das BAZL.		
Flugerfahrung	Gesamthaft		3052 h
	Auf dem Vorfallmuster		2662 h
	Während der letzten 90 Tage		140 h
	Davon auf dem Vorfallmuster		140 h

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

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

1.6.1

Allgemeine Angaben			
Eintragungszeichen	HB-AEO		
Luftfahrzeugmuster	DO 328-100		
Charakteristik	Zweimotoriges Regionalflugzeug mit Propellerturbinenantrieb, ausgeführt als freitragender Hochdecker in Ganzmetallbauweise mit Einziehfahrwerk in Bugradanordnung.		
Hersteller	Dornier Luftfahrt GmbH		
Eigentümer	SkyWork Airlines AG, Aemmenmattstrasse 43, 3123 Belp		
Halter	SkyWork Airlines AG, Aemmenmattstrasse 43, 3123 Belp		
Triebwerk	2 Pratt & Whitney, PW119B		
Höchstzulässige Massen	Höchstzulässige Abflugmasse 13 990 kg		
	Höchstzulässige Landemasse 13 230 kg		
Masse und Schwerpunkt	Die Masse des Flugzeuges zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls betrug 12 775 kg. Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch (<i>Aircraft Flight Manual</i> – AFM) zulässigen Grenzen.		

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz befand sich am Rande eines Hochs über Südosteuropa.

1.7.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des schweren Vorfalls

Nach einem sonnigen Nachmittag strömte am Abend feuchte Luft aus dem Mittelland ins Aaretal südlich von Bern. Die Sichtweite nahm stetig ab. Die Webcam auf dem Bantiger zeigte um 17:55 UTC Belp mit deutlich unterscheidbaren Lichtquellen. Um 18:05 UTC schloss sich die Nebeldecke und Belp war nur noch als aufgehellte Fläche erkennbar.

Am Flughafen betrug die meteorologische Sicht um 17:20 UTC 7 Kilometer. Eine halbe Stunde später ging sie auf 300 Meter zurück. Zeitgleich wurde entlang von Piste 14 eine RVR von 550 Meter ausgewiesen: Tendenz abnehmend. Zur Zeit des Vorfalls betrug die automatisch ermittelte meteorologische Sicht 150 Meter. Dies entspricht ungefähr der Distanz vom Kontrollturm zum Rollweg C. Entlang der Piste 14 betrug die RVR 500 Meter: Tendenz abnehmend. Die vertikale Sicht wurde mit 100 Fuss angegeben. Der Wind wehte aus Nordnordwest mit 4 Knoten.

Die Nebelobergrenze befand sich auf rund 600 Meter. Über dem Nebel war der Himmel wolkenlos.

Wetter/Wolken	Nebel
Sicht	Automatisch ermittelte meteorologische Sicht 150 m, Pistensicht 500 m, Tendenz abnehmend. Himmel nicht sichtbar, vertikale Sicht 100 ft.
Wind	340 Grad, 4 kt
Temperatur/Taupunkt	2 °C / 2 °C
Luftdruck QNH	1033 hPa, Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO ² -Standardatmosphäre

1.7.3 Astronomische Angaben

Beleuchtungsverhältnisse Nacht

1.8 Navigationshilfen

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls waren für den Regionalflugplatz Bern-Belp keine für den Flug SX 206 relevanten Beschränkungen publiziert.

1.9 Kommunikation

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

² ICAO: *International Civil Aviation Organisation*

1.10 Angaben zum Flughafen

1.10.1 Allgemeines

Der Regionalflugplatz Bern-Belp liegt 9 km südöstlich der Bundeshauptstadt Bern. Im Jahre 2015 wurde auf ihm ein Verkehrsvolumen von etwas über 51 000 An- und Abflügen mit rund 190 000 Passagieren abgewickelt.

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

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 Pisten weisen folgende Abmessungen auf:

Pistenbezeichnung	Abmessungen	Höhe der Pisten-schwellen
14/32	1730 x 30 m	1668/1675 ft AMSL
Graspiste 14R/32L	650 x 30 m	NIL/NIL

Die Piste 14 hat eine versetzte Pisten-schwelle (*displaced threshold*) und ist mit einem Instrumentenlandesystem mit Distanzmesseinrichtung (*Instrument Landing System / Distance Measuring Equipment – ILS/DME*) versehen. Das Instrumentenlandesystem ist als Kategorie 1 klassifiziert und der Anflugwinkel beträgt 4°.

Die Piste 32 verfügt über kein Instrumentenlandesystem und kann nur nach Sicht angefliegen werden.

Im Zeitpunkt des schweren Vorfalls standen die folgenden, im AIP³ Switzerland publizierten Strecken, ohne Einschränkung zur Verfügung (vgl. Anlage 2):

	TORA ⁴	TODA ⁵	ASDA ⁶	LDA ⁷
Piste 14 <i>full length</i>	1730 m	1790 m	1730 m	1530 m
Piste 32 <i>full length</i>	1730 m	1730 m	1730 m	1730 m

1.10.3 Rettungs- und Feuerwehrdienste

Der Regionalflugplatz Bern-Belp ist mit Feuerbekämpfungsmitteln der Kategorie 4 ausgerüstet. Eine höhere Kategorie ist auf Verlangen innerhalb von drei Stunden des geplanten Ankunfts-/Abflugzeitpunkts möglich.

³ AIP: *Aeronautical Information Publication*; Luftfahrthandbuch

⁴ TORA: *Take-Off Run Available*, verfügbare Startlaufstrecke

⁵ TODA: *Take-Off Distance Available*, verfügbare Startstrecke

⁶ ASDA: *Accelerate-Stop Distance Available*, verfügbare Beschleunigungs-Stoppdistanz

⁷ LDA: *Landing Distance Available*, verfügbare Landedistanz

1.10.4 Pistenbefuerung

Da im vorliegenden schweren Vorfall der Pistenbeginn der Piste 14 von Bedeutung ist, wird im Folgenden nur auf die Pistenbefuerung in diesem Bereich eingegangen.

Im AIP ist unter „*minima for IFR departures (TKOF minima)*“ Folgendes festgehalten:

RWY	ACFT CAT	RVR (m) / Ceiling (ft AGL)			RMK
		No LGT AVBL	REDL or RCLL AVBL	REDL and RCLL AVBL	
	A	800/---	400/---	---	NIL
	B	800/---	400/---	---	
	C	800/---	400/---	---	

Für einen Start auf der Piste 14 heisst das, dass mit den vorhandenen *runway edge lights* (REDL) und ohne *runway center line lights* (RCLL) eine RVR⁸ von mindestens 400 m vorherrschen muss.

Da auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp keine Rollwege direkt zum Pistenbeginn führen, erfolgt ein Rollen in die Startposition mittels eines *back track* auf der Piste. Das erfordert am Ende, respektive am Anfang der Piste eine 180°-Umkehrkurve, um in die Startposition zu gelangen. Zu diesem Zwecke befinden sich auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp an beiden Pistenenden sogenannte *runway turn pads*⁹, die eine Breite von 45 m aufweisen.

Die Begrenzung des *runway turn pad* selbst wird mit blauen *edge lights* markiert und die Führungslinie zum Rollen der 180°-Umkehrkurve ist auf dem *runway turn pad* gelb markiert.

Die folgende Abbildung zeigt die Befuerung des *runway turn pad* mit den *runway edge lights* und der versetzten Pistenchwelle der Piste 14.

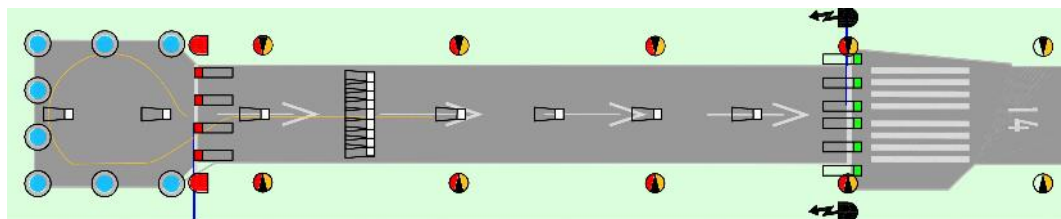


Abbildung 2: *runway turn pad* und versetzte Pistenchwelle Piste 14 (Kopie aus dem „Übersichtsplan Befuerung“; Plan Nr. 8612-00-01)

Die in Abbildung 2 schematisch dargestellten Befuerungsleuchten sind von der Grösse her überzeichnet. Wie sie sich in der Praxis präsentieren, ist in Anlage 1 ersichtlich. Diese Bilder wurden rund 2 Stunden nach dem schweren Vorfall aufgenommen.

⁸ Gemäss ICAO (*Annex 14 – Aerodromes, Volume 1*) wird die RVR wie folgt definiert: „The range over which the pilot of an aircraft on the centre line of a runway can see the runway surface markings or the lights delineating the runway or identifying its centre line.“

⁹ Gemäss ICAO (*Annex 14 – Aerodromes, Volume 1*) wird der *runway turn pad* wie folgt definiert: „A defined area on a land aerodrome adjacent to a runway for the purpose of completing a 180-degree turn on a runway.“



Abbildung 3: Luftaufnahme runway turn pad und versetzte Pistenschwelle Piste 14

Die Pistenbefehung wie auch die Rollwegbefehung werden vom Kontrollturm aus über eine Bedientafel wie folgt gesteuert:

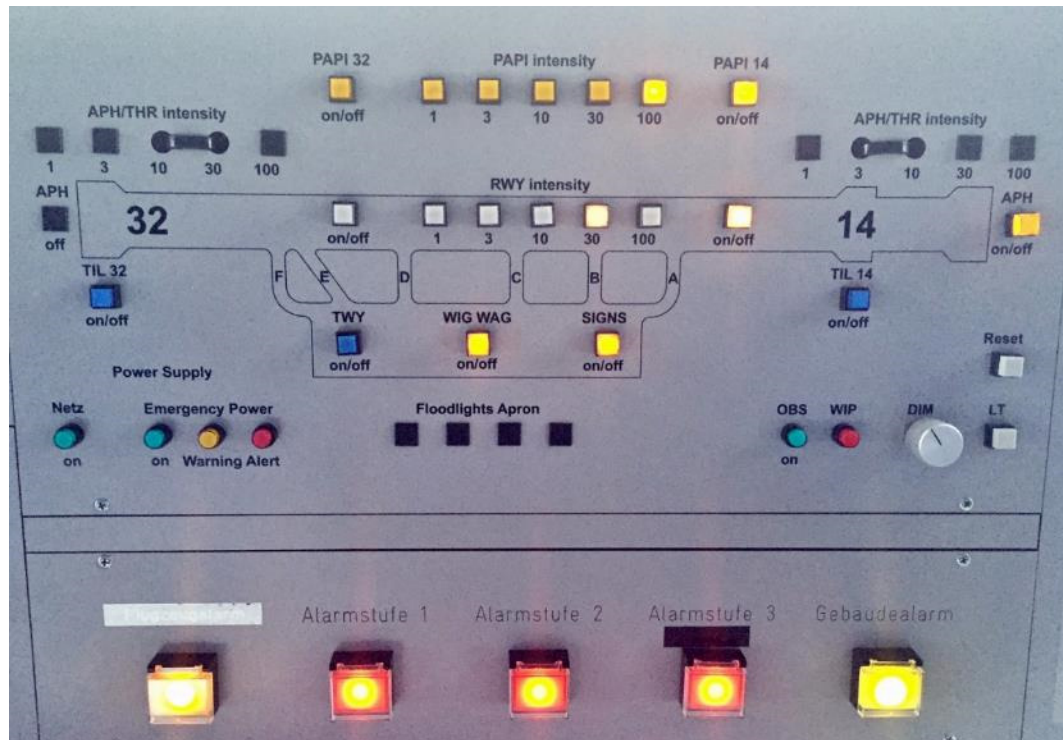


Abbildung 4: Darstellung der Bedientafel für die Steuerung der Pisten- und Rollwegbefehung im Kontrollturm des Regionalflugplatzes Bern-Belp.

Die Lichter des optischen Gleitwegs (*Precision Approach Path Indicator – PAPI*), der Pistenbefehung und der Anflugbefehung können unabhängig voneinander bedient werden. Die Intensität dieser Befehung kann auf die Stufen 1 %, 3 %, 10 %, 30 % und 100 % eingestellt werden. Dabei werden die Lichter der Pisten- und Anflugbefehung immer synchron geregelt. Die Rollwegbeleuchtung, die verschiedenen Beschriftungen und alle übrigen Beleuchtungssysteme werden ebenfalls einzeln angesteuert.

Ein System, das die jeweiligen Einstellungen aufzeichnet, war nicht verfügbar. Die Flugverkehrsleitung gab an, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles alle Beleuchtungssysteme wie vorgesehen eingeschaltet waren und die Intensität auf 100 % eingestellt war.

1.11 Flugschreiber

1.11.1 Flugdatenschreiber

Muster	FA 2100
Hersteller	L3 <i>communications</i> , Sarasota, Florida, USA
Anzahl Parameter	399
Aufzeichnungsmedium	<i>solid state memory</i>
Aufzeichnungsdauer	ca. 100 Stunden

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

1.11.2 Sprach und Geräuschaufzeichnungsgerät

Muster	FA 21000
Hersteller	L3 <i>communications</i> , Sarasota, Florida, USA
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

1.12.1 Stelle des schweren Vorfalls

Das Flugzeug kam unmittelbar nach dem Hartbelagende des *runway turn pad* zum Stillstand (vgl. auch Abbildung 1 in Kapitel 1.1.3).

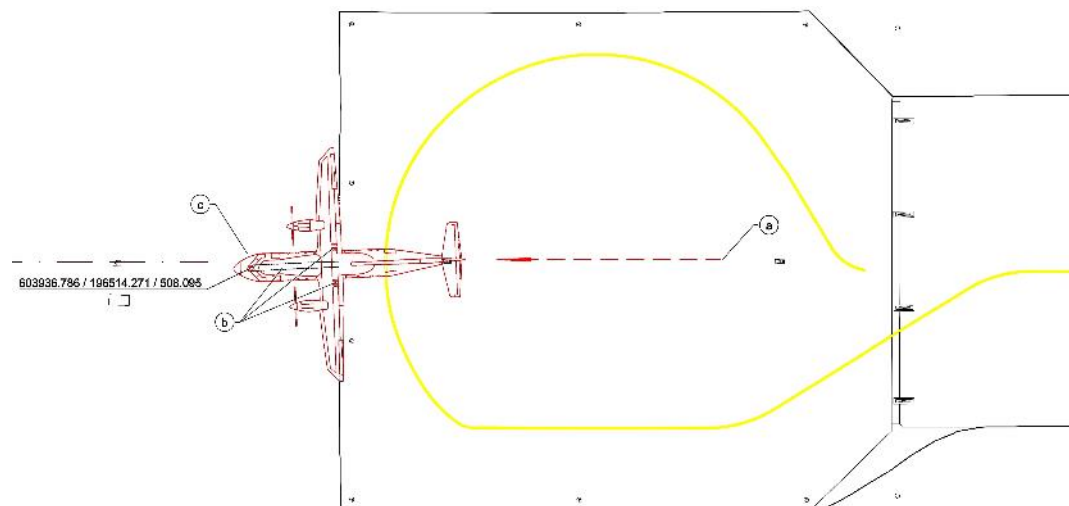


Abbildung 5: Endposition des Flugzeuges (Quelle: Kantonspolizei Bern)

1.12.2 Aufprall

Es gab keinen Aufprall. Das Bug- und Hauptfahrwerk sank dank dem harten und trockenen Grasboden nur leicht ein. Das Flugzeug konnte jedoch aus eigener Kraft nicht mehr bewegt werden.



Abbildung 6: Bild links: Bugfahrwerk. Bild rechts: linkes Hauptfahrwerk (Quelle: Feuerwehr Regionalflyplatz Bern-Belp).

1.12.3 Wrack

Die Bergung der HB-AEO erfolgte durch die Flughafen Feuerwehr, unterstützt durch Spezialisten des Unterhaltsbetriebs. Dabei wurde nicht gemäss den Angaben im Bergungshandbuch (*aircraft recovery manual*) des Flugzeugherstellers vorgegangen. Die Struppen im Bereich des Hauptfahrwerks wurden nicht korrekt angebracht. Dies hatte zur Folge, dass der Inhaber des Baumusterzeugnisses für diese Komponenten eine Stressberechnung durchführen liess. Aus betrieblichen Gründen veranlasste das Flugbetriebsunternehmen den Austausch des Hauptfahrwerks mit demjenigen der HB-AER, die sich zu diesem Zeitpunkt in einer längeren Phase für Unterhaltsarbeiten befand.

Am 1. Februar 2016 bestätigte der Inhaber des Baumusterzeugnisses mit einer *no technical objection* (NTO), dass das beim schweren Vorfall involvierte Hauptfahrwerk während der Bergung nicht überbeansprucht worden war.

1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen

Die durchgeführten Atemluftalkoholtests bei den Flugbesatzungsmitgliedern waren negativ.

1.14 Feuer

Nicht betroffen

1.15 Überlebensaspekte

Nicht betroffen

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

Nicht betroffen

1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

1.17.1 Flugbetriebsunternehmen

1.17.1.1 Geschichte

Die Ursprünge des Flugbetriebsunternehmens gehen zurück bis ins Jahr 1983. Damals wurden Bedarfsflüge mit kleineren Flugzeugen angeboten.

Im Jahre 2003 wurde das Unternehmen in SkyWork Airlines umbenannt und die erste Dornier 328 in Dienst gestellt. Im Jahre 2009 stiess die erste von drei Bombardier Dash 8 Q400 zur Flugzeugflotte. Mit diesem Meilenstein erfolgte auch die Aufnahme des Linienflugbetriebs ab Bern-Belp. Die Jahre 2010 bis 2014 waren geprägt von verschiedenen Umstrukturierungen und Wechseln an der Firmenspitze. Dabei wurde auch der Flugzeugtyp Dash 8 Q400 wieder ausser Dienst gestellt. Es verblieben die Maschinen vom Typ Dornier 328 im Flugbetrieb.

Seit dem Jahre 2015 betreibt SkyWork Airlines ein Streckennetz von bis zu 18 Destinationen mit insgesamt 5 Flugzeugen vom Typ Dornier 328.

1.17.1.2 Allgemeines

Das Flugbetriebsunternehmen hat die Verfahrensvorgaben (*operating procedures*) für die Besatzungen in unterschiedlichen Betriebshandbüchern festgehalten. Dazu gehören unter anderem die Betriebshandbücher (*Operating Manual – OM*) OM A und OM B. Während das OM A allgemeine Verfahrensvorgaben enthält, sind im OM B die für das Flugzeugmuster DO 328-100 spezifischen Verfahren festgehalten. Diese basieren auf dem vom Luftfahrt Bundesamt (LBA) genehmigten AFM des Flugzeugherstellers.

Als Ergänzung dient das OM C, das Strecken- und Flughafenspezifische Informationen, wie auch sämtliche Karten enthält, die für die Flugbesatzungen in ihrem täglichen Betrieb von Bedeutung sind. Das OM C basiert auf den Angaben des *Jeppesen Airway Manual*.

Im Weiteren wird für die tägliche Arbeit der Flugbesatzungen das sogenannte EFB gebraucht. Dieses dient den Flugbesatzungen zur Ermittlung von Masse und Schwerpunkt sowie zur Berechnung der Flugleistungsdaten.

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

1.17.1.3 Allgemeine Verfahrensvorgaben

Die für die Flugbesatzung relevanten Betriebsvorgaben sind im OM A im Kapitel 8 „*Operating Procedures*“ festgehalten. Dazu gehört unter anderem die generelle Aussage zur Zusammenarbeit der Flugbesatzung [Fettdruck im Original]:

„8.0.2.2 Workload distribution

Generally, the commander leads and the second flight crewmember supports and assists.

Flight deck work is executed as either Pilot Flying (PF) or Pilot-Non-Flying (PNF). These duties shall be assigned by the commander.

The Pilot Flying is the pilot handling the aeroplane at the time – i.e. controlling the three dimensional flight path either manually or through automatic systems.

The Pilot Non-Flying assists, reacts to the commands of the Pilot Flying and is responsible for:

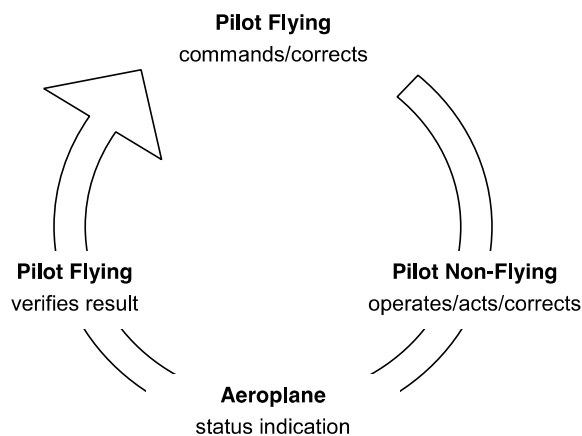
- *monitoring of the aeroplane operation and supervision of the three dimensional path of the aeroplane;*
- *radio communication;*
- *administrative duties; and*
- *programming of Flight Management Systems (FMS).*

8.0.2.3 Closed Loop Principle

Each individual, within the flight crew, must be aware of the status of the aeroplane, of the intentions and actions of the other flight crewmember. This allows all flight crewmembers to continually compare targets and inputs with actual performance.

Flight crewmembers shall apply the principle of challenge and response and have to exchange relevant information. The result of any action carried out or commanded must be checked and verified.

It must be noted, that the closed loop applies for human / human as well as for human / machine interaction.”



Zur Strategie der Entscheidungsfindung wird im Kapitel 8.0.3 Folgendes festgehalten:

„8.0.3 Strategy on Decision Making

When having to make a decision and where no specific guidelines or instructions are available, the following considerations should be used as a support function in the decision making process:

- 1. recognise and identify problem;*
- 2. collect facts;*
- 3. select response;*
- 4. consider alternatives;*
- 5. weigh impact of alternatives;*
- 6. implement response; and*
- 7. evaluate result.*

Decisions should always be based on the facts, and no immediate decision should be taken without having first considered all the possible options and potential consequences.”

Für den Betrieb unter erschwerten Bedingungen wie z.B. Nebel sind im Kapitel 8.4 "Low visibility operations (LVO)" unter anderem folgende Punkte erwähnt:

„8.4.1 Definitions

"Low visibility operations (LVO)" means any take-off or landing operations in conditions where visual reference is limited by weather conditions.

8.4.2.3 Low Visibility Take-Off (LVTO)

A low visibility take off is a take off where the Runway Visual Range (RVR) is less than 400 m. Low visibility procedures (LVP) must be in effect at the relevant airport.

When the reported RVR is less than 400 m and prior commencing take-off, the commander must satisfy himself that:

- *the weather conditions at the aerodrome of departure are equal to or better than applicable minima for landing at that aerodrome unless a suitable take-off alternate aerodrome is available.; and*
- *the required RVR value and the runway lighting / markings comply with the Table "8.1.3-4 RVR / Visibility for Take-Off" in the Operations Manual Part A; Chapter 8.1.3.4 "Take-Off Minima"; and*
- *appropriate low visibility procedures (LVP's) are in force."*

Bezüglich Vereisungsbedingungen, die der Copilot während des Rollens angesprochen hatte (vgl. Kapitel 1.1.3), steht im Kapitel 8.3.9.2 unter anderem Folgendes:

„8.3.9.2 Icing Conditions

Icing conditions exist when the outside air temperature (OAT) on the ground or after take-off is +10 °C or below or when total air temperature (TAT) in flight is +10 °C or below and visible moisture in any form is present such as clouds, fog with visibility of one mile or less, rain, snow, sleet and ice crystals."

Zusätzlich wird im Kapitel 8.3.29 „Risk of runway and taxi incursion" Folgendes festgehalten:

„A runway incursion is an incident at an airport which adversely affects runways, taxiways and ramp safety. Runway incursion prevention is part of flight crew duties and responsibilities. Error mitigation strategies:

- a) *Use of available recourses such as; heading indicators, airport diagrams, airport signs markings lighting and air traffic control;*
- b) *Taxi progress monitoring and/or verbal call-outs after taxiway passage, Briefing of a pre-taxi plan and taxi route;*
- c) *[...]*
- d) *[...]*
- e) *Maintain situation awareness, especially at night and during times of reduced visibility;*
- f) *Managing flight crew workload prior to takeoff and before landing;*
- g) *[...]*

As always, safety is paramount and if temporarily unsure of where to taxi, especially during low visibility, stop the aircraft, set the parking brake and both pilots verify the accurate direction by using the airport diagrams or AIP charts and by confirming with ATC."

1.17.1.4 Flugzeugspezifische Verfahrensvorgaben

Das Flugbetriebsunternehmen hat für das Flugzeug DO 328 ein "Quick Reference Speed Booklet" publiziert, das für die Flugbesatzungen im täglichen Gebrauch benutzt werden soll. Im OM B ist dies unter anderem wie folgt beschrieben:

„2.2.11.3 Speed Booklet

SkyWork Airlines AG provides the flight crew with a Quick Reference Speed Booklet (flip card format) for the daily operation.

2.2.11.3.1 Introduction

1. *Take-off speeds from this booklet are to be used when the actual take-off mass is less than the performance limited take-off mass.*

otherwise,

Take-off speeds can be taken from the airport performance analysis manual.

Take-off speeds must be taken from the airplane flight manual or aeroplane operating manual.

2. *The booklet provides take-off & landing speeds for:*

Standard take-off flap setting: 12° / icing condition

Standard take-off flap setting: 20° / icing condition (HB-AEY only)

Standard landing flap setting: 20° / icing condition

Standard landing flap setting: 32° / icing condition

V1, VR, V2 are altitude density dependent; and indicated in this booklet for 2000 ft and ISA +10 °.

[...]

2.2.11.3.1 Sample Page

Applicable for Tail Numbers:

- HB-AEO

[...]

13000 KG					13000 KG				
TAKE-OFF					TAKE-OFF: ICING CONDITIONS				
FLAPS	V1/R	V2	FLAPS	VFSC	FLAPS	V1/R	V2	FLAPS	VFSC
12°	111	113	0°	132	12°	131	132	0°	158
20°	103	106			20°	121	123		
LANDING					SINGLE ENGINE WITH FLAPS 12° ONLY: VFsc=143				
FLAPS	0°	12°	20°	32°	LANDING: ICING CONDITIONS				
VREF	135	123	116	108	FLAPS	0°	12°	20°	32°
VGA	132	113	108	N/A	VREF	164	148	136	126
FOR SPEEDS IN ICING CONDITIONS TURN BOOKLET					VGA	155	129	124	N/A

Abbildung 7: Kopie aus dem Dornier 328_SpeedBooklet

[...]"

Im Weiteren wird im Kapitel 2 des OM B wie folgt auf den Gebrauch des EFB verwiesen, so wie es auch im OM A festgehalten ist:

„2.2.13 EFB System

2.2.13.1 Operating Procedures

The operating procedures related to the EFB are described according to the relevant flight phases. For the purpose of operating the EFB, the flight phases are defined as follows:

SEQ	PHASE	START OF PHASE
1	PREFLIGHT	ELECTRICAL POWER APPLIED TO THE AIRCRAFT OR CREW ROOM PREPARATION
2	TAXI	1 ST ENGINE STARTED WITH THE INTENTION TO TAXI FOR TAKEOFF
3	TAKEOFF	ENTERING ACTIVE RUNWAY FOR TAKEOFF
4	CRUISE	ABOVE 1,500FT AGL OR MSA, WHICHEVER IS HIGHER (AFTER TAKEOFF OR GO-AROUND)
5	APPROACH	DESCENDING BELOW 1,500FT AGL OR MSA, WHICHEVER IS HIGHER
6	LANDING	WITHIN THE FINAL APPROACH SEGMENT OF THE APPROACH
7	AFTER LANDING	LEAVING THE ACTIVE RUNWAY AND/OR PROTECTED AREA (LVO)
8	POSTFLIGHT	ALL ENGINES SHUT DOWN

The flight phases indicated in amber are considered ‘CRITICAL FLIGHT PHASES’ for all intents and purposes with regards to the EFB. This means that for those phases of flight, certain restrictions on operating the EFB may exist. In any case, pilots must be aware and extremely careful in operating the EFB (if approved) during those phases to avoid distraction from critical flying duties and related tasks.

For all flight phases, a description of the EFB use is given below.

[...]

2.2.13.4 Taxi

The current EFB system does not contain software applications for use during taxi. However, the EFB may be on and the applications may be active and used within the scope of the normal and abnormal/emergency duties of the flight crew, which maintain priority at all times over any use of the EFB.

2.2.13.5 Takeoff

The current EFB system does not contain software applications for use during takeoff. Prior to the start of the takeoff phase, the commander will ensure that the EFB systems in use on the aircraft are shutdown and safely stowed, unless specifically approved for use during critical phases of flight.

[...]

2.3.4.3 Taxi

[...]

2.3.4.3.2 General Precaution and Preliminary Actions for Taxi

In general CM1 will perform taxi, due to the tiller located on the left pedestal.

[...]

Taxi speed shall be adjusted according common sense, taxiway, tarmac and runway conditions, and that sufficient safety margin is provided in case of a nose wheel steering (NWS) or braking system malfunction.

[...]

Both pilots shall pay maximum attention to space scanning in the forward direction of the Aeroplane.

[...]”

In Ergänzung zum Kapitel 8.3.9.2 im OM A wird im OM B bezüglich Vereisungsbedingungen unter anderem noch Folgendes festgehalten:

„2.4.6.3. Cold Weather Operations

2.4.6.3.1 Operating in Icing Conditions

Icing conditions exist when:

The static air temperature (SAT) on the ground and for take-off is 10 °C (50 °F) or below, the SAT in flight is 5 °C (41 °F) or below, and visible moisture in any form is present (such as clouds, fog with visibility of one statute mile or less, rain, snow, sleet or ice crystals) Icing conditions also exist when:

- *The SAT on the ground and for take-off is 10 °C or below when operating on ramps, taxi-ways, or runways where surface snow, ice, standing water, or slush may be ingested by the engines or freeze on engines, nacelles, or engine sensor probes.*

As with any meteorological hazard, the most effective procedure is to stay away from the known areas involved.

[...]

2.4.6.3.20 Performance Considerations

If icing conditions exist on the ground, engine intake and propeller de-icing shall be switched on for takeoff.

If horn de-icing is used for takeoff, the performance tables for takeoff in icing conditions must be used.

If the horn de-icing is used for takeoff or it is anticipated to switch it on shortly after takeoff, the single engine climb speed for icing conditions should be entered in the REF DATA menu and single engine climb performance in icing conditions must be considered.

The flaps shall be set at 12° when climbing single engine in icing conditions as long as performance is critical.

[...]

Im Weiteren sind im OM B, Kapitel 2.5, unter anderem auch die Prüflisten publiziert, welche die Flugbesatzung in Papierform auf dem Flugzeug zur Verfügung hat. Die während des Rollens auszuführenden Prüfpunkte (*taxi check*) sind wie folgt publiziert:

Taxi	
1	FLT Controls..... CHECKED
2	WINDSHIELDS ON
3	Prop Overspeed TestPERFORMED
4	CABIN & FD ..SECURED&HDG/TO-L/R
TAXI CHECK completed	

Abbildung 8: Auszug der *working checklist* der HB-AEO

1.17.1.5 Berechnung der Flugleistungen

Die Flugleistungen werden durch die Flugbesatzungen auf dem EFB berechnet. Die Berechnungen erfolgen mittels einer Software namens „Guru“. Guru beinhaltet eine Flughafendatenbank und die Flugleistungsberechnungen erfolgen durch die

Eingabe diverser Daten durch die Flugbesatzungen. Die Vorgehensweise wird im OM C im Kapitel 2.6 detailliert beschrieben.

Zur Eingabe der Daten muss im Hauptmenü zuerst die Flugzeugimmatrikulation eingegeben werden, bevor eine der sechs zur Verfügung stehenden Sektionen gewählt werden kann (vgl. Abbildung 9, Bild links).

Für die Startleistungsberechnungen müssen nun auf dem *input tab* der *departure airport four-letter ICAO code*, die Pistenkonditionen, die atmosphärischen Bedingung und eventuelle MEL¹⁰ *items* eingegeben werden (vgl. Abbildung 9, mittleres Bild).

Auf dem *airport tab* werden die verfügbaren Pisten respektive Pistenintersektionen angezeigt und in der Folge muss die Piste oder Pistenintersektion ausgewählt werden, die für den Start vorgesehen ist.

Auf dem *takeoff tab* werden nun die mit der Software Guru berechneten Geschwindigkeiten angezeigt, basierend auf den vorgängig gewählten Rahmenbedingungen. Ebenso wird das *engine failure takeoff procedure* beschrieben (Abbildung 9, rechtes Bild).

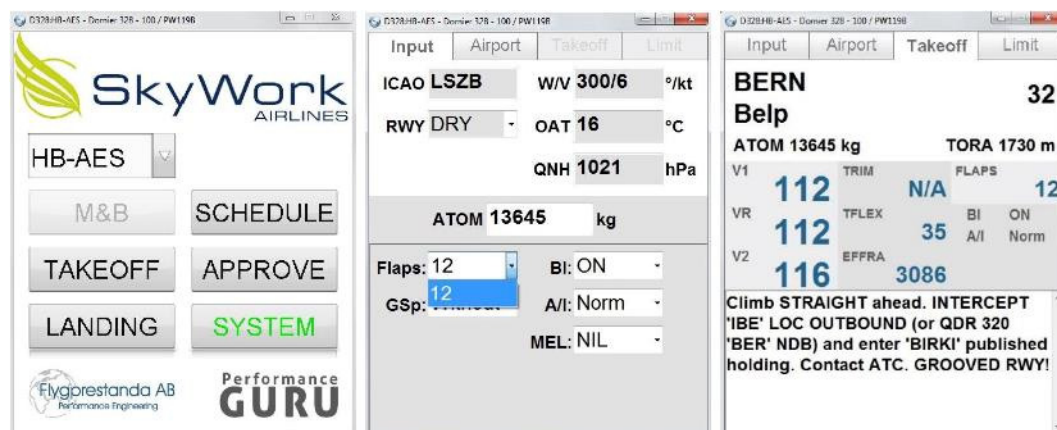


Abbildung 9: Ausgewählte Menü-Seiten bei den Leistungsberechnungen mit dem EFB

Im Weiteren wird in der Beschreibung, im Kapitel 2.6.1, unter anderem Folgendes festgehalten: „However, if the main Performance Guru window is closed and the program is shut down, the previously calculated information will not be displayed when Performance Guru is restarted.“

Wird also das EFB geschlossen und wird eine Berechnung auch nur mit einer neuen Komponente verlangt, respektive vorgenommen, müssen alle oben erwähnten Daten erneut eingegeben werden.

Zwecks gegenseitiger Kontrolle der berechneten Daten wird im OM C unter anderem Folgendes festgehalten:

„2.6.0.6. Input data validation and crosscheck procedure

2.6.0.6.1 General crosscheck procedure

The implementation of the EFB has no impact on the normal crew coordination procedures that are in line with the operator SOP's and industry standard safety practices. All data used (whether it is on paper) or through a digital manner (e.g. EFB) must at all times be scrutinized and crosschecked by both pilots to avoid mistakes.

¹⁰ MEL: Minimum Equipment List. Im OM C Kapitel 2.6.1.1.1 ist dazu Folgendes festgehalten: „Select NIL as there are no performance related MEL items allowed for the Dornier.“

'Scrutinized' means that the crew must question its reasonableness using common sense as far as possible.

2.6.0.6.2 Performance crosscheck procedure

However, for very critical data and calculations, such as performance calculation, the procedure is as follows:

- 1. A crew member gathers all required information and prepares the calculation,*
- 2. The other crewmember independently crosschecks the inputs and calculation result.*

Independently means without verbal explanation given by the crew member that initially prepared the data or calculation. This is to avoid that the crew member crosschecking the data is misguided when reviewing the data or calculation."

1.18 Zusätzliche Angaben

1.18.1 Empfehlungen der ICAO und der EASA und deren Umsetzung

Da die Pisten- und *runway turn pad* Befeuerung im vorliegenden schweren Vorfall von Bedeutung ist, werden im Folgenden die entsprechenden Kriterien und Empfehlungen der ICAO und der EASA näher angeschaut. Zusätzlich wird an Hand von vergleichbaren Flughäfen geschaut, wie diese Vorgaben umgesetzt wurden.

Die entsprechenden Kriterien und Vorgaben sind im „*Annex 14 – Aerodromes, Vol. 1*“ der ICAO sowie im „*Certification Specifications and Guidance Material for Aerodromes Design (CS-ADR-DSN)*“ der EASA festgehalten. Da diese inhaltlich identisch sind, werden im Folgenden nur diejenigen der ICAO zitiert.

1.18.1.1 Runway turn pad Markierung

Bezüglich *runway turn pad* Markierung ist im Annex 14 im Kapitel 5.2.9 unter anderem Folgendes festgehalten:

„5.2.9.2 Recommendation.— The runway turn pad marking should be curved from the runway centre line into the turn pad. The radius of the curve should be compatible with the manoeuvring capability and normal taxiing speeds of the aeroplanes for which the runway turn pad is intended. The intersection angle of the runway turn pad marking with the runway centre line should not be greater than 30 degrees.

5.2.9.3 Recommendation.— The runway turn pad marking should be extended parallel to the runway centre line marking for a distance of at least 60 m beyond the point of tangency where the code number is 3 or 4, and for a distance of at least 30 m where the code number is 1 or 2.

5.2.9.4 Recommendation.— A runway turn pad marking should guide the aeroplane in such a way as to allow a straight portion of taxiing before the point where a 180-degree turn is to be made. The straight portion of the runway turn pad marking should be parallel to the outer edge of the runway turn pad.”

Die *runway turn pads* auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp erfüllen diese Empfehlungen der ICAO (vgl. Abbildung 1 und 2).

1.18.1.2 Runway turn pad Befeuerung

Im Kapitel 5.3.18 *Taxiway edge lights* wird auf die Begrenzungsbefeuerung von *runway turn pads* unter anderem wie folgt verwiesen:

„Application

5.3.18 Taxiway edge lights

5.3.18.1 Taxiway edge lights shall be provided at the edges of a runway turn pad, holding bay, de-icing/anti-icing facility, apron, etc., intended for use at night [...]

5.3.18.5 **Recommendation.**— Taxiway edge lights on a runway turn pad should be spaced at uniform longitudinal intervals of not more than 30 m.

5.3.18.6 **Recommendation.**— The lights should be located as near as practicable to the edges of the taxiway, runway turn pad, holding bay, de-icing/anti-icing facility, apron or runway, etc., or outside the edges at a distance of not more than 3 m.”

Die Begrenzungsbefeuerng der runway turn pads auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp erfüllen diese Empfehlungen (vgl. Abbildung 2).

Bezüglich der Befeuerng von runway turn pads wird zusätzlich im Kapitel 5.3.19 Runway turn pad lights Folgendes festgehalten:

„Application

5.3.19.1 Runway turn pad lights shall be provided for continuous guidance on a runway turn pad intended for use in runway visual range conditions less than a value of 350 m, to enable an aeroplane to complete a 180-degree turn and align with the runway centre line.

5.3.19.2 **Recommendation.**— Runway turn pad lights should be provided on a runway turn pad intended for use at night.

Location

5.3.19.3 **Recommendation.**— Runway turn pad lights should normally be located on the runway turn pad marking, except that they may be offset by not more than 30 cm where it is not practicable to locate them on the marking.

5.3.19.4 **Recommendation.**— Runway turn pad lights on a straight section of the runway turn pad marking should be spaced at longitudinal intervals of not more than 15 m.

5.3.19.5 **Recommendation.**— Runway turn pad lights on a curved section of the runway turn pad marking should not exceed a spacing of 7.5 m.

Characteristics

5.3.19.6 Runway turn pad lights shall be unidirectional fixed lights showing green with beam dimensions such that the light is visible only from aeroplanes on or approaching the runway turn pad.

5.3.19.7 Runway turn pad lights shall be in accordance with the specifications of Appendix 2, Figure A2-13, A2-14 or A2-15, as appropriate.”

Die runway turn pads auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp haben keine grünen runway turn pad lights.

1.18.1.3 Runway edge lights und runway end lights

Bezüglich Pistenbegrenzungsbefeuerng wird im Kapitel 5.3.9 runway edge lights und im Kapitel 5.3.11 runway end lights unter anderem Folgendes festgehalten:

„Application

5.3.9.1 Runway edge lights shall be provided for a runway intended for use at night or for a precision approach runway intended for use by day or night.

5.3.9.2 Recommendation.— *Runway edge lights should be provided on a runway intended for take-off with an operating minimum below an RVR of the order of 800 m by day.*

Die Piste 14/32 des Regionalflugplatzes Bern-Belp ist mit *runway edge lights* ausgerüstet.

Application

5.3.11.1 *Runway end lights shall be provided for a runway equipped with runway edge lights.*

Location

5.3.11.2 *Runway end lights shall be placed on a line at right angles to the runway axis as near to the end of the runway as possible and, in any case, not more than 3 m outside the end.*

5.3.11.3 Recommendation.— *Runway end lighting should consist of at least six lights. The lights should be either:*

- a) *equally spaced between the rows of runway edge lights; or* □
- b) *symmetrically disposed about the runway center line in two groups with the lights uniformly spaced in each group and with a gap between the groups of not more than half the distance between the rows of runway edge lights.*

Characteristics

5.3.11.4 *Runway end lights shall be fixed unidirectional lights showing red in the direction of the runway. The intensity and beam spread of the lights shall be adequate for the conditions of visibility and ambient light in which use of the runway is intended.”*

Im Weiteren wird unter dem Kapitel 5.3.11 *runway end lights* auf die *Figure 5-22* verwiesen, welche für die Pisten: *non-instrument and non-precision approach runways, precision approach runway der category I und II*, wie folgt aussieht:

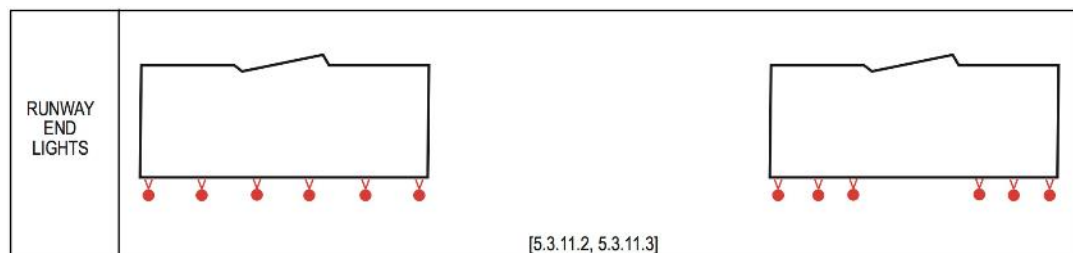


Abbildung 10: Ausschnitt aus *Figure 5-22* (ICAO Annex 14, Vol. 1)

Die Piste 14/32 des Regionalflugplatzes Bern-Belp ist mit sechs *runway end lights* ausgerüstet. Sie entsprechen insofern nicht der ICAO Empfehlung, da sich vier dieser *lights* auf der Piste befinden (*inset lights*) und die äusseren zwei herkömmliche Randfeuer sind (*elevated lights*) (vgl. Abbildung 2 und 11).

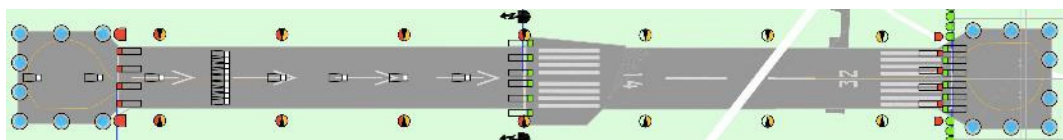


Abbildung 11: Übersichtsplan der Befeuerung. Dargestellt sind die *runway turn pads*, *runway edge lights* und *runway end lights* (rot).

Weiter ist bemerkenswert, dass in Bern-Belp systematisch rote *runway end lights* überrollt werden müssen, um auf die dahinter liegenden *runway turn pads* zu gelangen.

1.18.1.4 Runway centre lines

Bezüglich der Befeuerung von Pistenmittellinien wird im Kapitel 5.3.12 *runway centre line lights* Folgendes festgehalten:

„**Application**

5.3.12.1 *Runway centre line lights shall be provided on a precision approach runway category II or III.*

5.3.12.2 **Recommendation.**— *Runway centre line lights should be provided on a precision approach runway category I, particularly when the runway is used by aircraft with high landing speeds or where the width between the runway edge lights is greater than 50 m.*

5.3.12.3 *Runway centre line lights shall be provided on a runway intended to be used for take-off with an operating minimum below an RVR of the order of 400 m.*

5.3.12.4 **Recommendation.**— *Runway centre line lights should be provided on a runway intended to be used for take-off with an operating minimum of an RVR of the order of 400 m or higher when used by aeroplanes with a very high take-off speed, particularly where the width between the runway edge lights is greater than 50 m.”*

Die Piste 14/32 des Regionalflugplatzes Bern-Belp ist nicht mit *centre line lights* ausgerüstet.

1.18.2 Flughafen Bournemouth

Der Flughafen Bournemouth (EGHH) im Vereinigten Königreich (*United Kingdom* – UK) ist von der Hartbelagpiste her vergleichbar mit dem Regionalflugplatz Bern-Belp (vgl. Anlage 3).

Die Abmessungen der Piste 08/26 von EGHH betragen 2271 m x 46 m. Im AIP UK sind die folgenden Pistenlängen publiziert:

	TORA	TODA	ASDA	LDA
Piste 08	2271 m	2576 m	2271 m	1838 m
Piste 26	2026 m	2086 m	2086 m	1970 m

Die Piste 08 hat eine versetzte Pistenschwelle und hat zu Beginn der Piste einen *runway turn pad*, vergleichbar mit demjenigen der Piste 14 in LSZB. Die Befeuerung des Pistenendes mit mehr als sechs roten *runway end lights* entspricht der ICAO Empfehlung (vgl. Kapitel 1.18.1.3).

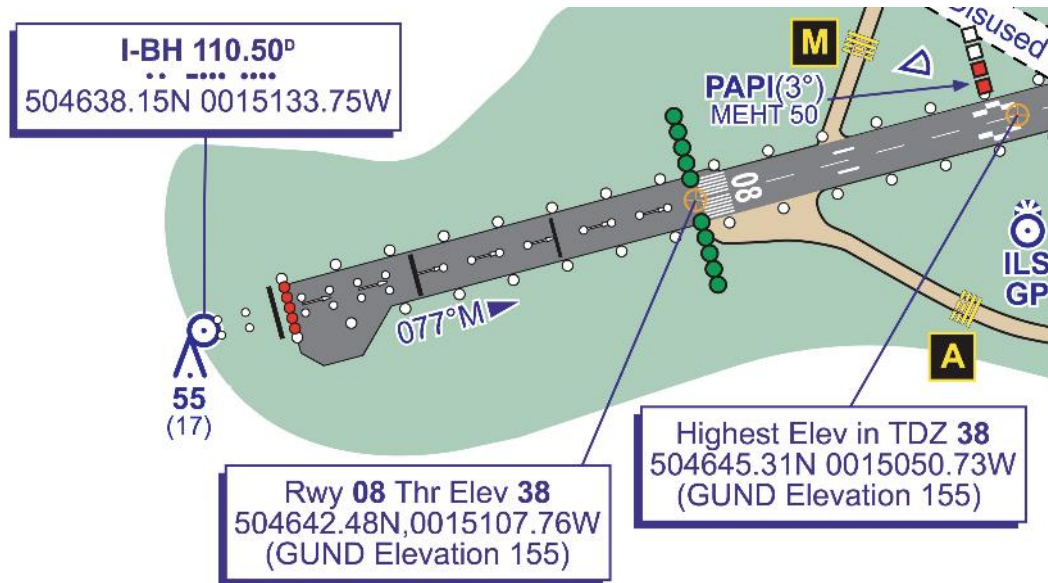


Abbildung 12: runway turn pad und displaced threshold Piste 08 (vgl. Anlage 3)

Die Pisten 08/26 sind mit einem Instrumentenlandesystem mit Distanzmesseinrichtung (*instrument landing system / distance measuring equipment – ILS/DME*) versehen. Das Instrumentenlandesystem der Piste 08 ist als Kategorie 1 klassifiziert und dasjenige der Piste 26 als Kategorie 3.

1.18.3 Flughafen Cambridge

Der Flughafen Cambridge/UK (EGSC) ist von der Hartbelagpiste her ebenfalls vergleichbar mit dem Regionalflugplatz Bern-Belp (vgl. Anlage 4).

Die Abmessungen der Piste 05/23 von EGSC betragen 1965 m x 45 m. Im AIP UK sind die folgenden Pistenlängen publiziert:

	TORA	TODA	ASDA	LDA
Piste 05	1843 m	1952 m	1843 m	1612 m
Piste 26	1886 m	2019 m	1886 m	1742 m

Die Pisten 05/23 haben beide eine versetzte Pistenschwelle und einen *runway turn pad*, vergleichbar mit denjenigen der Piste 14 in LSZB und der Piste 08 in EGHH. Die Befeuерung des Pistenendes mit mehr als sechs roten *runway end lights* entspricht der ICAO Empfehlung (vgl. Kapitel 1.18.1.3).

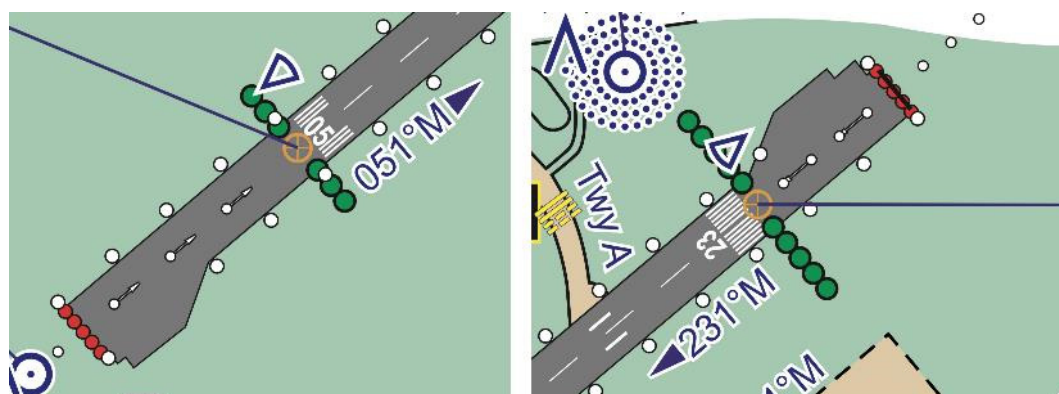


Abbildung 13: runway turn pad und displaced threshold Piste 05/23 (vgl. Anlage 4)

Die Piste 23 ist mit einem ILS/DME versehen. Das Instrumentenlandesystem ist als Kategorie 1 klassifiziert. Im Weiteren sind für beide Pisten NDB¹¹, RNAV¹² und SRA¹³ Anflüge publiziert.

1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken

Nicht betroffen

¹¹ NDB: *Non Directional Beacon*; ungerichtetes Funkfeuer

¹² RNAV: *area navigation*; Flächennavigation

¹³ SRA: *Surveillance Radar Approach*

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

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

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Infrastruktur

Die Markierungen und Befeuerungen der Piste 14/32 und der *runway turn pad* an beiden Pistenenden entsprechen den von der ICAO respektive der EASA empfohlenen Richtlinien. Auffällig ist jedoch, dass die *runway turn pad* an beiden Pistenenden nicht mehr zur eigentlichen Piste gehören, auch wenn sie bezüglich Abmessungen, Tragfähigkeit und Oberflächenbeschaffenheit identisch mit der Piste sind. Dies im Gegensatz zu den als Beispiel erwähnten Pisten der Flughäfen Bournemouth und Cambridge (vgl. Kapitel 1.18.2 und 1.18.3).

Aus betrieblicher Sicht ist dieser Zustand auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp nicht befriedigend, da beim Benützen der *runway turn pad* jedes Mal gezwungenermassen die roten *runway end lights* überrollt werden müssen. Eine entsprechende Bewilligung wird weder von den Flugbesatzungen verlangt noch von der Flugsicherung erteilt. Dieser Umstand widerspricht dem Grundsatz, dass rote Linien nicht überrollt werden sollten.

Die Begrenzungsbefeuerung der *runway turn pad* war generell schlecht erkennbar. Im vorliegenden Fall kam erschwerend dazu, dass die Sichtbedingungen grenzwertig und die *approach lights* für Anflüge auf die Piste 14 sehr dominant waren und als Blickfang wirkten (vgl. Anlage 1). Diese Umstände haben zum schweren Vorfall beigetragen.

Die Piste 14/32 ist nicht mit *centre line lights* ausgerüstet. Dies entspricht wohl den ICAO/EASA-Empfehlungen, die solche erst ab einer Pistensichtweite (*Runway Visual Range – RVR*) von weniger als 400 m vorschreiben. Das täuscht aber nicht über die Tatsache hinweg, dass bei grenzwertigen Sichtbedingungen installierte *centre line lights* für die Flugbesatzungen eine wesentliche Orientierungshilfe sind.

2.2.2 Flugbetriebsunternehmen

Das Flugbetriebsunternehmen hat die Verfahrensvorgaben in seinen Betriebsanhandbüchern (*Operating Manual – OM*) detailliert festgelegt. Betrachtet man die für den vorliegenden untersuchten schweren Vorfall zutreffenden Verfahren in den unterschiedlichen OM, kommt man zum Schluss, dass diese im Grundsatz zweckmässig festgelegt sind und den Flugbesatzungen genügend Spielraum lassen. Spezifische Geschwindigkeiten für das Rollen bei schlechter Sicht sind keine publiziert.

Die Arbeitsteilung ist klar geregelt (vgl. Kapitel 1.17.1.3) und die kurz gehaltene *taxi checklist* lässt dem Copiloten genügend Zeit, den Kommandanten beim Rollen zu überwachen. Zusätzlich wird im Kapitel 2 des OM B, unter anderem Folgendes explizit erwähnt: „*The current EFB system does not contain software applications for use during taxi.*“

Ebenfalls festgehalten wird unter anderem das Risiko von *runway and taxi incursion* und dass die Vermeidung solcher zur Pflicht beider Piloten gehört.

2.2.3 Flugbesatzung

Die Besatzung bereitete sich gemäss den Vorgaben des Flugbetriebsunternehmens vor. Die prognostizierten, meteorologischen Änderungen, die beim Abflugort sowie bei der Destination absehbar waren, wirkten sich auf diesen Flug wie folgt aus: Der aufkommende Nebel bei der Destination hatte zur Folge, dass für den Flug SX 206 nach 17:15 UTC eine kurzfristig ausgegebene Abflugverzögerung von rund einer Stunde bestätigt wurde. Zu diesem Zeitpunkt war das Wetter am Abflugort noch unverändert, sodass seitens der Besatzung keine speziellen Vorbereitungen nötig waren.

Zwischen 17:20 UTC und 17:50 UTC verschlechterte sich das Wetter am Abflugort durch aufziehenden Nebel zusehends. Aufgrund des Standplatzes war das Cockpit der HB-AEO nach Süden ausgerichtet. Dies erklärt, dass die Besatzung den von Norden herannahenden Nebel nicht frühzeitig erkannte. Weiter wurden die abnehmenden Sichtwerte mittels der Flughafen- und Wetterinformationen (*Automatic Terminal Information Service – ATIS*) laufend aktualisiert und übermittelt. Die Gesprächsaufzeichnungen zeigen, dass zu diesem Zeitpunkt die Sicherheitsgeschwindigkeiten für den Start bei Vereisungsbedingungen (*icing speeds*) für die Flugbesatzung offenbar noch kein Thema waren.

Die *icing speeds* für den Start wurden vom Copiloten erst angesprochen, nachdem der FVL eine RVR von 600 m gemeldet und der Kommandant die HB-AEO gerade auf die Mittellinie der Piste gesteuert hatte um zum Pistenanfang 14 zu rollen. Zu diesem Zeitpunkt herrschten in Bern-Belp Sichtbedingungen, welche die volle Aufmerksamkeit beider Piloten voraussetzten.

Die Diskussion bezüglich der *icing speeds* führte schlussendlich dazu, dass der Copilot während des Rollens entlang der Piste nicht mehr aus dem Cockpitfenster blickte, weil er mit Hilfe des EFB die *icing speeds* für den Start berechnete. Es ist bemerkenswert, dass die Flugbesatzung den Hinweis „FOR SPEEDS IN ICING CONDITIONS TURN BOOKLET“ auf dem *speed booklet* an der Mittelkonsole im Cockpit der HB-AEO nicht beachtete und die dort publizierten *icing speeds* für den Start verwendete. Das Verwenden des *speed booklet* hätte den Vorgaben des Flugbetriebsunternehmens entsprochen, da die Abflugmasse unter der *performance limited take-off mass lag* (vgl. Kapitel 1.17.1.4 und Abbildung 7). Dieses Vorgehen erfordert weniger Zeit und erlaubt der Besatzung die Aufmerksamkeit auf das Rollen zu richten.

Während der Copilot mit dem EFB beschäftigt war, steuerte der Kommandant das Flugzeug weiter der Mittellinie entlang. Wie die Aufzeichnungen zeigen, betrug die Rollgeschwindigkeit bis zu 30 kt. Der Copilot konnte den Rollvorgang nicht überwachen, weil er für seine Berechnungen eine gewisse Zeit brauchte. Anschliessend gab er diese neu berechneten Geschwindigkeiten ins Flugführungssystem (*Flight Management System – FMS*) ein und informierte den Kommandanten entsprechend. Dieser konnte die Berechnungen jedoch nicht überprüfen, da er sich auf das Rollen konzentrierte. Daraus resultierte das Fehlen der gegenseitigen Überwachung, sodass der Regelkreis des *closed loop principles* (vgl. Kapitel 1.17.1.3) unterbrochen wurde. Dieses Verhalten war nicht sicherheitsbewusst, da die Priorität nicht auf das sichere Rollen gelegt wurde. Durch diese von der Flugbesatzung angewendete Aufgabenverteilung ergab sich eine Situation, in der die vorhandenen Ressourcen nicht mehr optimal eingesetzt wurden. Als Folge davon war auch das genaue Bestimmen der Position des Flugzeuges auf der Piste nicht mehr möglich.

Als der Kommandant merkte, dass er die Orientierung verloren hatte, begann er die HB-AEO abzubremesen. Dieser Entscheid war folgerichtig. Das Flugzeug

konnte jedoch, auch auf Grund der hohen Rollgeschwindigkeit, nicht mehr auf dem *runway turn pad* zum Stillstand gebracht werden.

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 im Zeitpunkt des schweren Vorfalls innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch (*Aircraft Flight Manual – AFM*) zulässigen Grenzen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestehende, technische Mängel, die den schweren Vorfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

3.1.2 Besatzung

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

3.1.3 Flugverlauf

- Die Flugvorbereitungen, d.h. die Startgeschwindigkeiten und die Systemkonfiguration waren für einen Start unter Sichtwetterbedingungen (*Visual Meteorological Conditions – VMC*) abgeschlossen, als die Flugbesatzung um 17:15 UTC die Freigabe zum Starten der Triebwerke verlangte.
- Der Flugverkehrsleiter (FVL) gab der Flugbesatzung ein Zeitfenster für einen Abflug mit rund einer Stunde Verspätung.
- Um 17:55:40 UTC gab der FVL der Flugbesatzung ein um 20 Minuten verbessertes Startzeitfenster, worauf der Copilot die Triebwerkstartfreigabe verlangte und diese umgehend erhielt.
- Nach Erteilen der Freigabe für die Standardinstrumentenabflugroute (*Standard Instrument Departure – SID*) „Ramok 2S“, informierte der FVL die Flugbesatzung über die momentane Pistensichtweite (*Runway Visual Range – RVR*) von 1200 m.
- Um 18:03:17 UTC verlangte der Copilot die Rollfreigabe, die umgehend über den Rollweg C und mit einem *backtrack* auf die Piste 14 erteilt wurde.
- Um 18:03:31 UTC teilte der FVL der Flugbesatzung mit, dass die RVR nun 600 m betrage.
- Der Kommandant steuerte das Flugzeug für den *backtrack* auf die Mittellinie der Piste 14, als der Copilot ihn fragte, ob sie wegen des Nebels für den Start nicht die Sicherheitsgeschwindigkeiten für Vereisungsbedingungen benutzen sollten.
- Der Kommandant war damit einverstanden und der Copilot erwiderte darauf, dass er nun nicht mehr nach draussen schauen würde, weil er mit dem EFB die neuen Geschwindigkeiten berechnen würde.
- Gemäss den Aufzeichnungen des Flugdatenschreibers betrug die Geschwindigkeit der HB-AEO während des Rollens anfänglich zwischen 15 und 20 kt und erhöhte sich bis auf die Höhe des Rollweges A auf 30 kt.
- Die versetzte Pistenschwelle 14 wurde mit einer Geschwindigkeit von 27 kt überrollt.

- Während des Rollens las der Copilot die Resultate der Berechnung vor, der Kommandant hörte dies mit. Gleichzeitig gab der Copilot diese Daten ins Flugführungssystem der HB-AEO ein.
- Beim Überrollen des Pistenendes in den *runway turn pad* hatte die HB-AEO eine Geschwindigkeit von rund 20 kt.
- Um 18:05:58 UTC erteilte der FVL der Flugbesatzung die Startfreigabe, die vom Copiloten quittiert wurde.
- Gleichzeitig bemerkte der Kommandant, dass er die Orientierung entlang der Piste verloren hatte und begann mit dem Abbremsen des Flugzeuges.
- Kurz darauf erkannte er die Anflugbefeuerung der Piste 14 und bemerkte, dass das Flugzeug entlang der Pistenachse über den *runway turn pad* hinaus ins Gras rollte wo es zum Stillstand kam.
- Nachdem das Hilfsaggregat gestartet und die Triebwerke abgestellt waren, konnten die Passagiere das Flugzeug über die bordeigene Treppe verlassen.
- Der Flugbetrieb auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp wurde eingestellt, bis das Flugzeug HB-AEO geborgen worden war.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Von Norden her eindringender Nebel verschlechterte die Sicht zusehends.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall bestand aus einer nur knapp verhinderten Kollision mit Hindernissen, weil das Flugzeug mit einer den marginalen Sichtbedingungen nicht angepassten Geschwindigkeit zur Startposition gerollt wurde, die Besatzung die Orientierung verlor und dadurch das Flugzeug nicht mehr rechtzeitig abgebremst werden konnte. In der Folge kam das Flugzeug erst unmittelbar nach dem *runway turn pad* und knapp vor der Anflugbefeuerung im Gras zum Stillstand.

Die folgenden Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- der Situation nicht angepasste Prioritätensetzung;
- schlecht erkennbare Begrenzungsbefeuerung des *runway turn pad*.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

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

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

„Art. 48 Sicherheitsempfehlungen

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

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

³ Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.“

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

4.1.1 Befeuerung von runway turn pads

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 7. Dezember 2015 rollte das Flugzeug HB-AEO, eine Dornier DO 328-100, um 18:04 UTC auf der Piste 32 (*back track*) zum Start auf der Piste 14, die zu diesem Zeitpunkt in Betrieb war. Der Flugverkehrsleiter übermittelte der Flugbesatzung eine Sichtweite (*Runway Visual Range – RVR*) von 600 m. Die am Boden aufgezeichnete gelbe Linie beim Übergang vom Pistenende in den *runway turn pad* sah der Kommandant nicht. Diese Linie sollte ihn für den kommenden Richtungswechsel um 180° optisch führen. Beide Piloten sagten zudem aus, dass sie sich nicht mehr daran erinnern konnten, die roten Lampen des Pistenendes wahrgenommen zu haben.

Als der Kommandant merkte, dass er die Orientierung entlang der Piste verloren hatte, begann er zu bremsen. Das Flugzeug kam unmittelbar nach dem *runway turn pad* im Gras zum Stillstand.

Die Begrenzung des *runway turn pad* bestand aus blauen Befeuerungslampen. Diese waren beim Rollen auf der Piste 32, vor allem auch wegen der hellen *approach lights* der Piste 14, schlecht erkennbar.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 532

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte in Zusammenarbeit mit dem Flughafenbetreiber Lösungen suchen, die es ermöglichen, den Flugbesatzungen die Begrenzung des *runway turn pad* gut erkennbar zu machen.

4.2 Sicherheitshinweise

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

„Art. 56 Informationen zur Unfallverhütung

Die SUST kann allgemeine sachdienliche Informationen zur Unfallverhütung veröffentlichen.“

4.2.1 Rollen bei schlechten Sichtbedingungen

4.2.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 7. Dezember 2015 rollte das Flugzeug HB-AEO, eine Dornier DO 328-100, um 18:04 UTC auf der Piste 32 (*back track*) zum Start auf der Piste 14, die zu diesem Zeitpunkt in Betrieb war. Der Flugverkehrsleiter übermittelte der Flugbesatzung eine Sichtweite (*Runway Visual Range – RVR*) von 600 m. Die am Boden aufge- malte gelbe Linie beim Übergang vom Pistenende in den *runway turn pad* sah der Kommandant nicht. Diese Linie sollte ihn für den kommenden Richtungswechsel um 180° optisch führen. Beide Piloten sagten zudem aus, dass sie sich nicht mehr daran erinnern konnten, die roten Lampen des Pistenendes wahrgenommen zu haben.

Als der Kommandant merkte, dass er die Orientierung entlang der Piste verloren hatte, begann er zu bremsen. Das Flugzeug kam unmittelbar nach dem *runway turn pad* im Gras zum Stillstand.

Während des Rollens auf der Piste entschied sich die Besatzung, für den Start die Sicherheitsgeschwindigkeiten für Vereisungsbedingungen (*icing speeds*) zu ermitteln. Dazu benutzte der Copilot den bordseitig mitgeführten Laptop der HB-AEO. Er teilte dabei dem Kommandanten mit, dass er nun nicht mehr nach draussen schauen würde. Der Kommandant setzte den Rollvorgang fort.

4.2.1.2 Sicherheitshinweis Nr. 17

Thema: Rollen bei schlechten Sichtbedingungen

Zielgruppe: Flugbesatzungen, Ausbildungsverantwortliche der Flugbetriebs- unternehmen

Die Flugbetriebsunternehmen sollten die Flugbesatzungen darauf sensibilisieren, dass beim Rollen, speziell unter schlechten Sichtbedingungen, die Rollgeschwindigkeit anzupassen ist und die Handlungen im Cockpit auf das absolute Minimum

zu beschränken sind. Für Arbeiten, die den *closed loop* unterbrechen, sollte das Flugzeug angehalten werden.

4.3 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Die der SUST bekannten Massnahmen werden im Folgenden kommentarlos aufgeführt.

4.3.1 SkyWork Airlines

Im internen Bericht zu diesem schweren Vorfall vom 3. November 2016 hält das Flugbetriebsunternehmen für die Flugbesatzungen als Schlussfolgerung unter anderem Folgendes fest:

„Recommendations for taxiing in low visibility:

- *Pilots shall not use the EFB during taxiing, unless the aircraft came to a full stop and the park brake is on*
- *Both pilots shall give full attention during taxiing*
- *Maximum taxi speed is 30 kt the taxi speed has to be adjusted according the environmental conditions (Twilight, weather, ground conditions, obstacles, orientation aids, lighting systems, traffic, etc.)*
- *Checklist work should be done when the aircraft is out of sensitive areas (close to buildings, obstacles, taxiway hotspots, taxiway intersections, area of high traffic density)*
- *In low visibility, both pilots should monitor taxiing. The first officer should use airport chart and support the commander. The commander should stop the aircraft when orientation has been lost and inform ATC immediately.*
- *Company awareness training for LSZB and LVO*”

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, 12. Dezember 2017

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

Anlagen

Anlage 1: Illustration der Beleuchtungsverhältnisse

Diese Bilder wurden aus einem Fahrzeug rund 2 Stunden nach dem schweren Vorfall aufgenommen. Die Pistensichtweite betrug 800 m.



Kurz vor dem Pistenende und dem Übergang in den *runway turn pad*.

Die *runway end lights* (rot) im Vordergrund und die *approach lights* der Piste 14 im Hintergrund.



Auf dem den *runway turn pad*.

Die blaue Begrenzungsbefehung des *runway turn pad* ist schlecht erkennbar (weiss eingekreist am linken Bildrand).

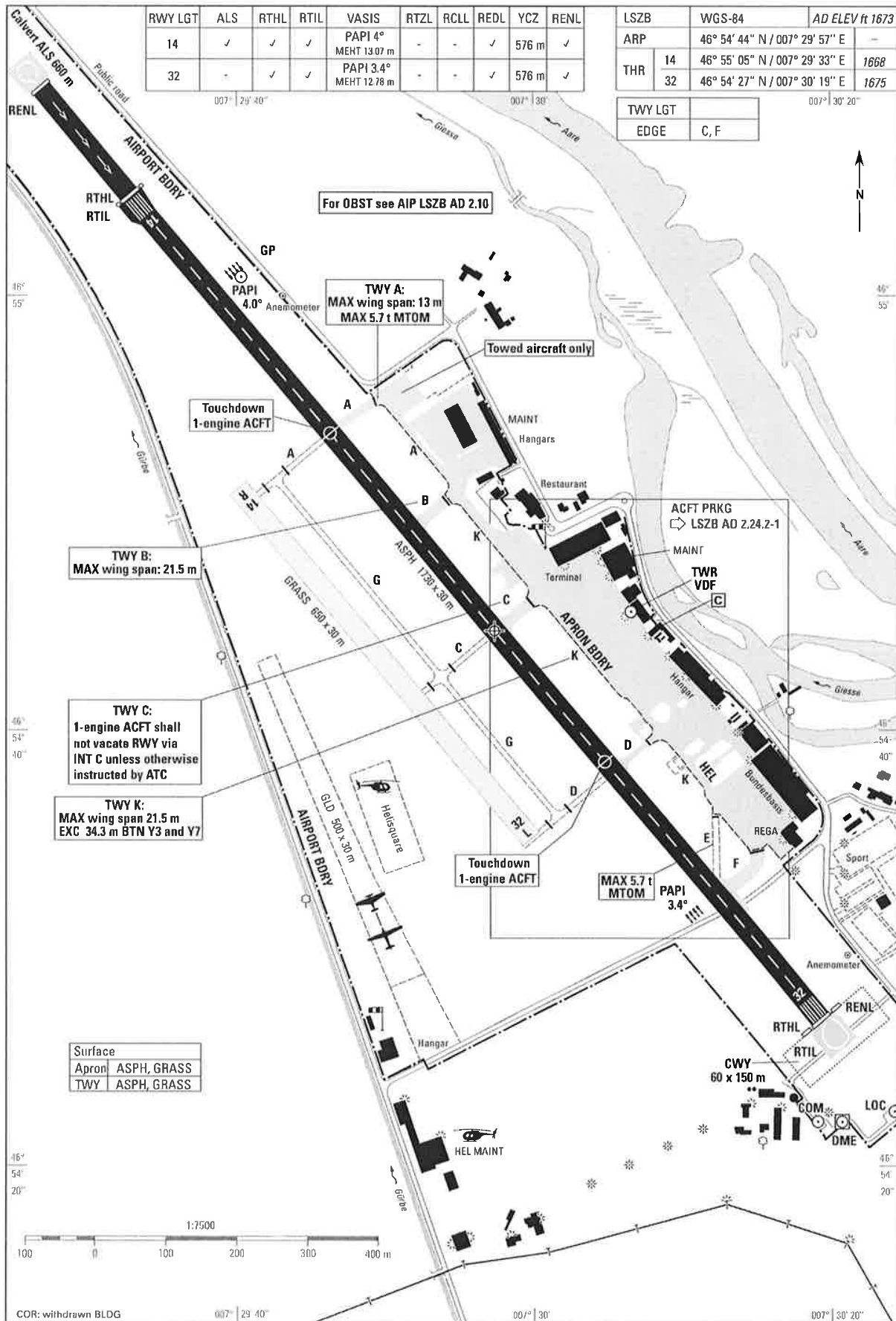


Auf dem *runway turn pad*, unmittelbar vor dem Einleiten der 180°-Kurve.

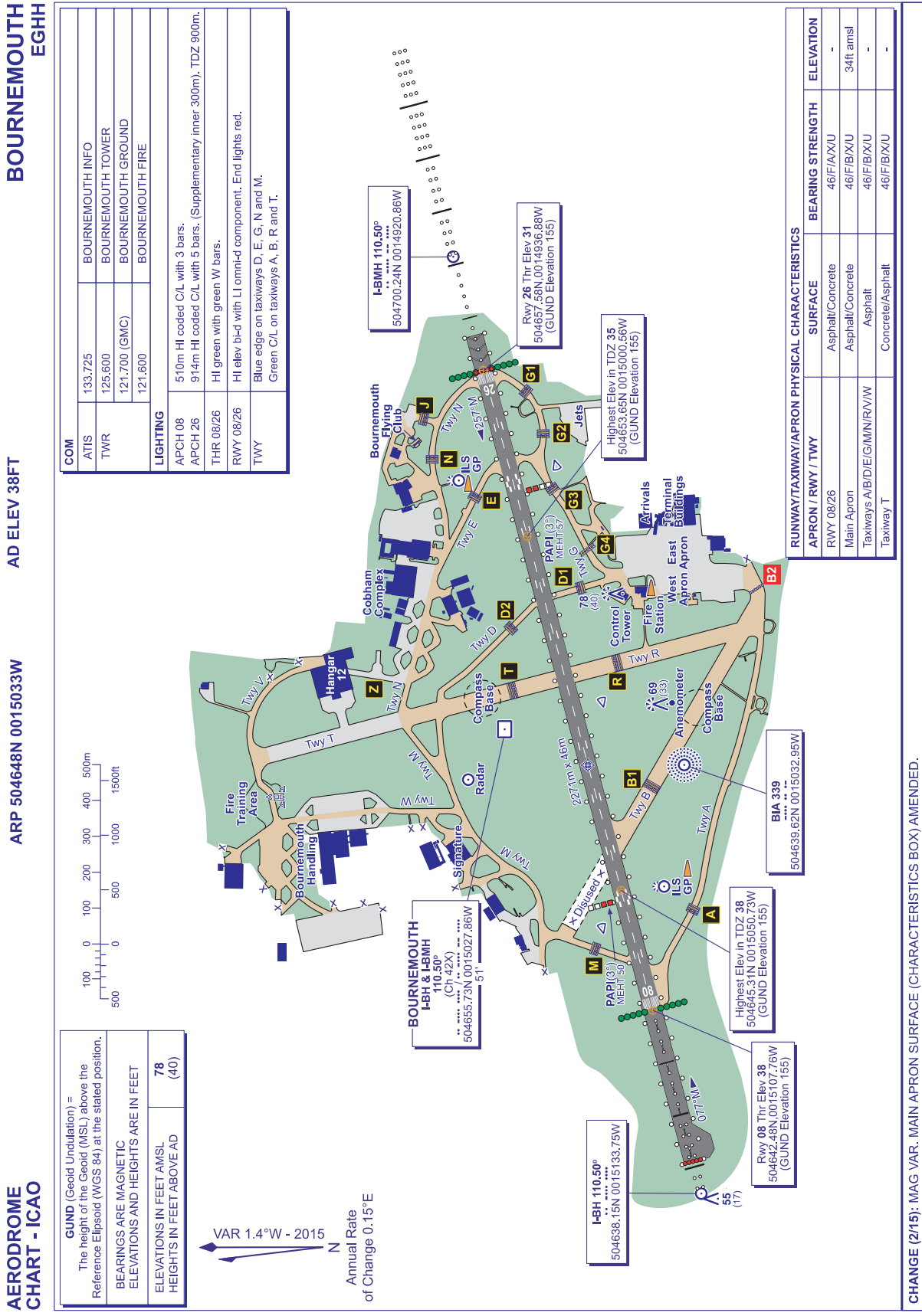
Die *approach lights* der Piste 14 als Blickfang (Bildmitte).

Die blaue Begrenzungsbefehung des *runway turn pad* ist schlecht erkennbar (weiss eingekreist).

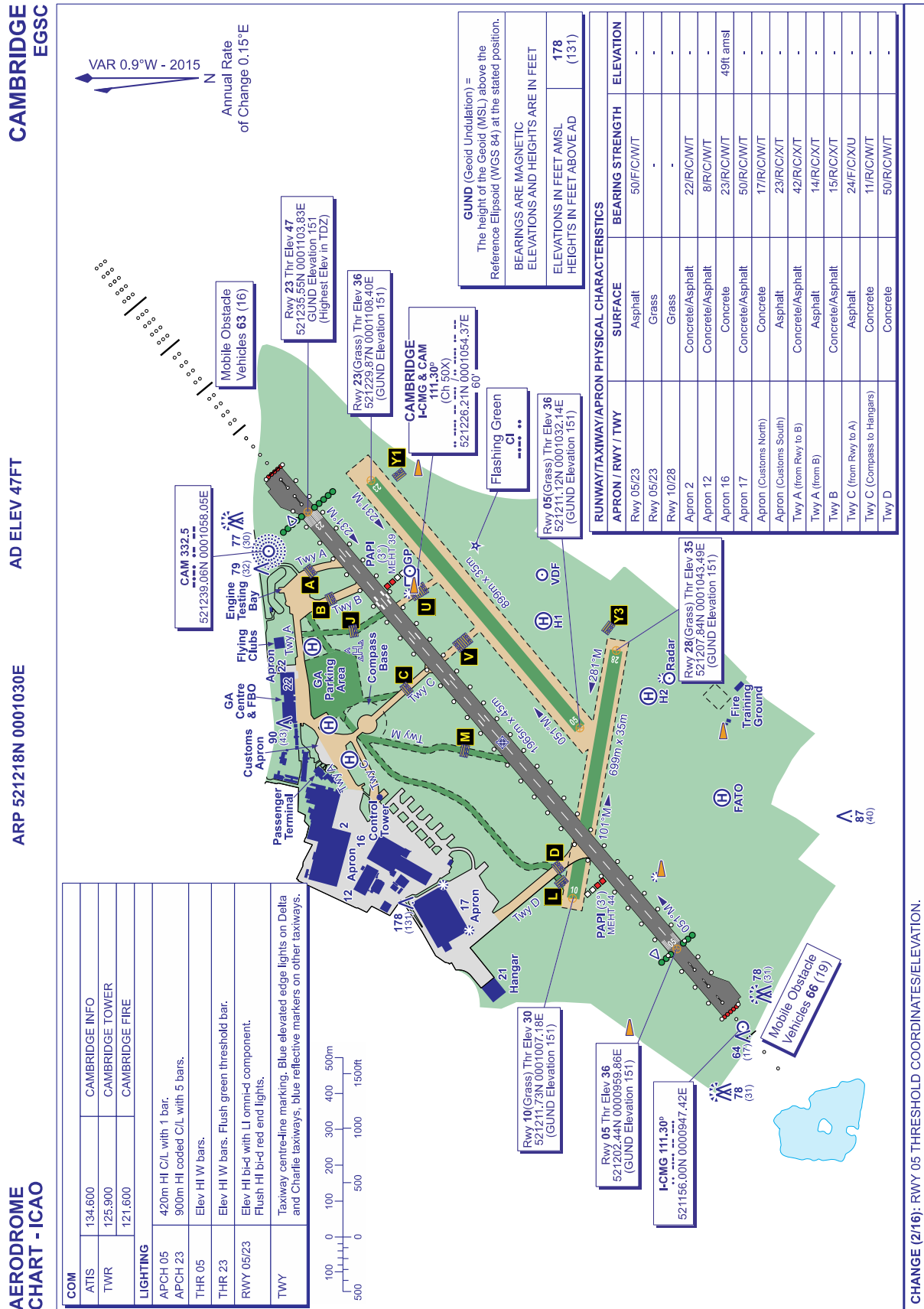
Anlage 2: Flughafenkarte (Kopie aus dem AIP Switzerland)



Anlage 3: Flughafenkarte Bournemouth (Kopie aus dem AIP UK)



Anlage 4: Flughafenkarte Cambridge (Kopie aus dem AIP UK)



COM

ATIS	CAMBRIDGE INFO
TWR	CAMBRIDGE TOWER
CAMBRIDGE FIRE	

LIGHTING

APCH 05	420m HI CL with 1 bar.
APCH 23	900m HI coded C/L with 5 bars.
THR 05	Elev HI W bars.
THR 23	Elev HI W bars. Flush green threshold bar.
RWY 05/23	Elev HI bi-d with LI omni-d component. Flush HI bi-d red end lights.
TWY	Taxiway centre-line marking. Blue elevated edge lights on Della and Charlie taxiways, blue reflective markers on other taxiways.

Scale: 0 to 500m / 0 to 1500ft

CHANGE (2/16): RWY 05 THRESHOLD COORDINATES/ELEVATION.

Runway/Taxiway/Apron Physical Characteristics

APRON / RWY / TWY	SURFACE	BEARING STRENGTH	ELEVATION
Rwy 05/23	Asphalt	50°/C/W/T	-
Rwy 10/28	Grass	-	-
Rwy 16	Grass	-	-
Rwy 17	Concrete/Asphalt	22°/R/C/W/T	-
Rwy 23	Concrete/Asphalt	8°/R/C/W/T	-
Rwy 36	Concrete	23°/R/C/W/T	49ft amsl
Rwy 47	Concrete/Asphalt	50°/R/C/W/T	-
Apron (Customs North)	Concrete	17°/R/C/W/T	-
Apron (Customs South)	Asphalt	23°/R/C/W/T	-
Twy A (from Rwy to B)	Concrete/Asphalt	42°/R/C/W/T	-
Twy A (from B)	Asphalt	14°/R/C/W/T	-
Twy B	Concrete/Asphalt	15°/R/C/W/T	-
Twy C (from Rwy to A)	Asphalt	24°/R/C/W/T	-
Twy C (Compass to Hangars)	Concrete	11°/R/C/W/T	-
Twy D	Concrete	50°/R/C/W/T	-