

Untersuchungsbericht

5X002-0/07
Mai 2010

Identifikation

Art des Ereignisses:	Schwere Störung
Datum:	24. Januar 2007
Ort:	en route
Luftfahrzeug:	Verkehrsflugzeug
Hersteller / Muster:	Airbus Industrie / A320
Personenschaden:	keiner
Sachschaden:	Luftfahrzeug nicht beschädigt
Drittschaden:	keiner
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU

Sachverhalt

Ereignisse und Flugverlauf

Auf dem Flug von Nürnberg nach London-Stansted kam es während des Steigfluges in Flugfläche (FL) 120 zu einer Störung aller drei Geschwindigkeitsanzeigen. Nach Einschätzung der Lage entschied sich die Besatzung zu einer Ausweichlandung in Frankfurt/Main.

Der Airbus A320 war um 08:04 Uhr¹ in Nürnberg mit 52 Passagieren und sieben Besatzungsmitgliedern an Bord gestartet. Da in der Nacht ca. 20 cm Neuschnee gefallen war, wurden zuvor die Tragflächen und das Leitwerk des Flugzeuges mit Typ-II-Flüssigkeit enteist, (Holdover Time 30 Minuten).

Der Start verlief ohne Probleme. In FL120 gab es plötzlich einen lauten Knall auf der rechten Seite unterhalb des Cockpitfensters und unmittelbar danach wurde nach Angaben der Besatzung auf dem ECAM (Electronic Centralised Aircraft Monitor) die Meldung „ADR1, ADR2 und ADR3 FAULT“ angezeigt. Gleichzeitig fielen beide Autopiloten, Auto Thrust und beide Flight Director aus. Die Steuerung ging in Direct Law über. Auf der Geschwindigkeitsanzeige im Primary Flight Display (PFD) waren alle Schutzmechanismen (Protections) verschwunden.

Der verantwortliche Flugzeugführer übernahm die manuelle Steuerung und beendete den Steigflug in FL130. Auf dem rechten Sitz saß zu diesem Zeitpunkt ein neu ausgebildeter Copilot unter Supervision, der seinen dritten Flug durchführte. Der verantwortliche Flugzeugführer wies den zweiten Copiloten an, den rechten Sitzplatz einzunehmen.

Alle drei Geschwindigkeitsanzeigen zeigten unterschiedliche Werte an. Die Geschwindigkeiten differierten zwischen 230 kt und 260 kt.

Um die Situation zu analysieren und die entsprechenden Verfahren in Ruhe abarbeiten zu können, wurde über Erlangen ein Warteverfahren geflogen. Während dieser Zeit flog das Flugzeug ständig in den Wolken mit teilweise heftigen Schneeschauern.

Nachdem die Fluglage stabilisiert war, wurden entsprechend ECAM-Verfahren die beiden Flight Augmentation Computer (FAC) zurückgesetzt. Nach dieser Maßnahme ging die Steuerung in Alternate Law mit den entsprechenden Protections über. Der Autothrust war wieder verfügbar und auf dem Status-Display wurde der Autopilot Nr. 1 als funktionstüchtig angezeigt, was sich aber als falsch herausstellte; beide Autopiloten blieben unbrauchbar. Während des manuellen

¹ Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Ortszeit

Fluges stellte der verantwortliche Flugzeugführer eine merkbare Tendenz des Flugzeuges zum Abdriften nach rechts fest. Nur mit massivem Gegensteuern konnte das Flugzeug geradeaus fliegen. Die Besatzung gab an, dass sie eine strukturelle Beschädigung aufgrund des vorausgegangenen lauten Knalls auf der rechten Seite des Flugzeuges befürchtet habe.

Nach Einschätzung der Wettersituation entschloss sich der Kapitän, den Flug abubrechen und nach Frankfurt zu fliegen. Die Landung wurde auf der Landebahn 07R mit Konfiguration drei durchgeführt. Nach dem Ausfahren des Fahrwerkes ging die Steuerung gesetzmäßig in Direct Law über. Das Flugzeug landete ohne Probleme und wurde nach der Landung an den technischen Betrieb übergeben.

Nach Angaben der Techniker wurde das System nicht auf Wasser oder andere Verunreinigungen untersucht. Anhand des Post Flight Report (PFR) wurde der ADR2 gewechselt, da dieser bereits am Vortag einen Fehler signalisiert hatte.

Angaben zu Personen

Alle drei Flugzeugführer waren im Besitz der Lizenzen und Berechtigungen, um den Flug durchzuführen.

Der 43-jährige verantwortliche Flugzeugführer saß auf dem linken Sitz. Er hatte ca. 15 500 Stunden Flugerfahrung, davon ca. 516 Stunden auf A320. Die Flugzeit innerhalb der letzten 90 Tage betrug 188 Stunden, in den letzten 24 Stunden 2:20 Stunden. Vor Dienstbeginn hatte er eine Ruhezeit von 53 Stunden.

Der 33-jährige zweite Flugzeugführer hatte eine Gesamtflugerfahrung von 3 400 Stunden, davon 500 Stunden auf A320. Die Flugzeit innerhalb der letzten 90 Tage betrug 205 Stunden, in den letzten 24 Stunden 2:20 Stunden. Vor Dienstbeginn hatte er eine Ruhezeit von 32 Stunden.

Der 24-jährige in Ausbildung befindliche zweite Flugzeugführer hatte eine Gesamtflugerfahrung von 250 Stunden, davon 19 Stunden auf A320. Die Flugzeit innerhalb der letzten 90 Tage betrug 19 Stunden, in den letzten 24 Stunden 2:20 Stunden. Vor Dienstbeginn hatte er eine Ruhezeit von 32 Stunden.

Angaben zum Luftfahrzeug

Der Airbus A320-214 mit der Seriennummer 2853 wurde im Jahr 2006 gebaut. Er war in Deutschland zum Betrieb zugelassen und wurde seit dem 10. August 2006 in dem betreffenden Unternehmen geflogen. Die Gesamtflugzeit seit Indienststellung betrug 1 474 Stunden.

Das für die Geschwindigkeitsanzeigen verantwortliche Air Data/Inertial Reference System (ADIRS) des A320 besteht aus folgenden Komponenten:

- drei Air Data /Inertial Reference Units (ADIRU)
- eine Control und Display Unit (CDU) zur Bedienung des Air Data/Inertial Reference Systems
- acht Air Data Modules (ADM)
- drei Angle of Attack (AOA) und zwei Total Air Temperature (TAT)-Sensoren.

Die ADIRUs als Herzstück des Air Data/Inertial Reference Systems bestehen aus zwei Kanälen

- Air Data Reference (ADR)
- Inertial Reference (IR)

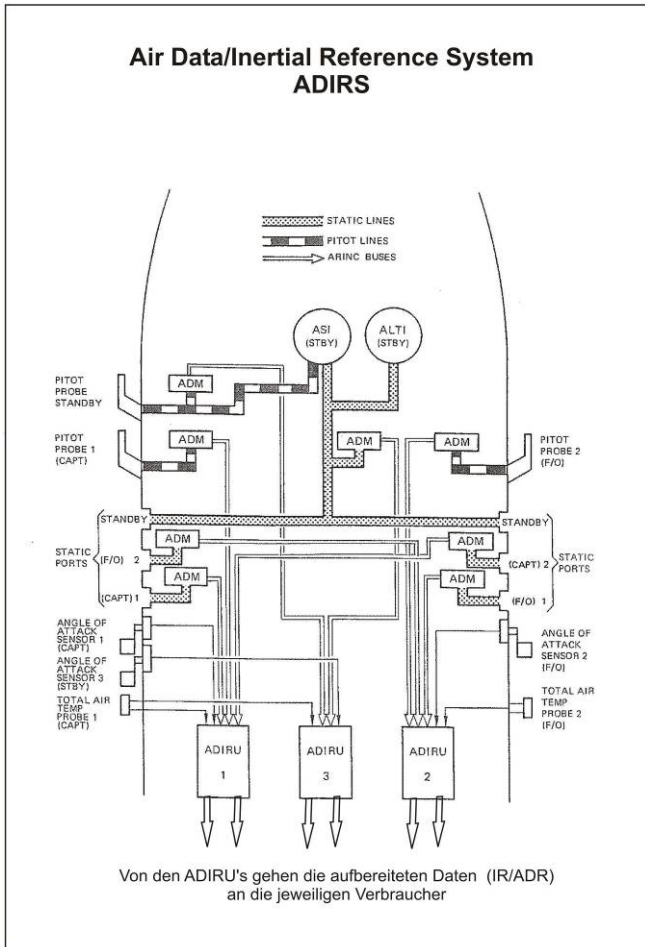
sowie einer gemeinsamen Stromversorgung (Power Supply)

Die ADIRUs bekommen die Air-Data-Informationen von den verschiedenen Probes und Sensoren, wie Pitot Probes, Static Ports, Total Air Temperature Sensor und Angle of Attack Sensor.

Drei Pitot Probes erfassen den Gesamtdruck. Die drei Air Data Modules in unmittelbarer Nähe der Pitot Probes wandeln den gemessenen Druck in ein digitales Signal im ARINC-Format um.

An das Standby Pitot Probe ist außer dem ADM noch der Standby Airspeed Indicator angeschlossen, der die Druckwerte in analoger Form erhält.

Das Flugzeug war mit Pitot Probes PN C16195AA des Herstellers Thales ausgestattet; dabei handelte es sich um die neueste Version.



Quelle: Operations Manual A320, Part B – System Discription

Meteorologische Informationen

Laut den Wetterunterlagen, die zur Flugvorbereitung dienten, lag Deutschland im Einflussbereich eines Tiefdruckgebietes mit einem Luftdruck von 996 hPa. In der Nacht hatte es geschneit mit Niederschlagsmengen um 20 cm. Der Wind wehte aus nördlicher Richtung mit etwa 9 kt. Temperatur und Taupunkt betragen jeweils minus 5 °C. Die Wolkenuntergrenze lag bei 600 ft. Es war mit weiterem Schneefall zu rechnen und einem Sichrückgang auf 2 000 m, zeitweise auf 800 m.

Funkverkehr

Der Funksprechverkehr wurde in englischer Sprache geführt.

Angaben zum Flugplatz

Als Ausweichflughafen wurde der Flughafen Frankfurt/Main gewählt. Er verfügt über zwei parallele Landebahnen (25R/07L und 25L/07R) mit einer Länge von 4 000 m. Die rechte Bahn ist 60 m und die linke Bahn 45 m breit.

Flugdatenaufzeichnung

Der Flugdatenschreiber und der Cockpit Voice Recorder wurden sichergestellt und standen der BFU zur Auswertung zur Verfügung. Ein Auszug der relevanten Parameter ist dem Bericht beigelegt (Anlage 1 und 2).

In Anlage 1 sind die Geschwindigkeitsunterschiede im Zeitraum zwischen 06:08 UTC und 06:10 UTC zu erkennen. Der Wert der Standby-Geschwindigkeit (ISIS, rote Linie) stieg über den Wert der COMPUTED AIRSPEED (CAS, grüne Linie).

In Anlage 2 ist bei 06:08 UTC der Ausfall der FAC1 und 2 zu erkennen, gleichzeitig geht die Steuerung in Alternate Law über (gelbe Linie). Autopilot Nr.1 und Autothrust schalten sich ab. Zwischen 06:08 UTC und 06:19 UTC finden intern automatische Umschaltungen zwischen FAC1 und FAC2 sowie FGC1 (Flight Guidance Computer) und FGC2 statt.

Um 06:19 UTC war der FAC1 wieder betriebsbereit, der FAC2 blieb weiterhin ausgeschaltet und die Steuerung blieb bis 07:02 UTC im ALTERNATE LAW. Mit dem Ausfahren des Fahrwerkes ging die Steuerung in DIRECT LAW über.

Von 06:09 UTC bis 06:52 UTC blieb die ISIS im Durchschnitt 20 kt unter der CAS, der Verlauf ist zum Teil sehr unruhig. Um 06:53 UTC stieg die ISIS wieder über den Wert der CAS. Zwischen 6 000 ft und 4 000 ft glichen sich beide Geschwindigkeiten wieder an.

Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

Nach erfolgter Sicherheitslandung in Frankfurt wurde das Flugzeug dem technischen Betrieb übergeben.

Im Post Flight Report wurden folgende Systemfehler registriert:

06:04 UTC	Fehler ADR 3
06:06 UTC	Meldung ADIRU 1/2/3 DISAGREE
06:08 UTC	Fehler FAC1 und DMC2 sowie ADR1 und ADR2

Folgende ECAM-Meldungen im Cockpit waren zu verzeichnen:

06:06 UTC	MAINTENANCE STATUS F/CTL
-----------	--------------------------

06:08 UTC F/CTL ALTN LAW
 AUTO FLT RUD TRV LIM SYS
 AUTO FLT A/THR OFF
 AUTO FLT AP OFF
 NAV ADR DISAGREE

06:18 UTC AUTO FLT RUD TRIM1 FAULT

06:19 UTC AUTO FLT RUD TRV LIM2
 AUTO FLT YAW DAMPER 1

07:01 UTC F/CTL DIRECT LAW

07:05 UTC F/CTL ALTN LAW

Aus dem PFR war ersichtlich, dass bereits am 15. und am 21. Januar eine Fehlermeldung des ADR2 aufgezeichnet worden war. Deshalb wurde die ADR2 anschließend in Frankfurt gewechselt.

Beurteilung

Tragflächen und Leitwerk wurden vor dem Start enteist. Es war nicht vorgesehen, den Rumpf zu enteisen. Auf der Rumpfbugoberseite blieben deshalb Schnee- und Eisreste zurück. Es ist durchaus möglich, dass Schmelzwasser in die Öffnungen der Pitot Probes und Static Ports gelaufen ist.

Aufgrund der Tatsache, dass im PFR eine Fehlermeldung der ADR2 am 15. und 21. Januar aufgezeichnet worden war und die ADR2 daraufhin nach der Landung in Frankfurt ausgewechselt wurde, kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass diese Fehlermeldung in keinem Zusammenhang mit der Störung stand.

Im PFR wurde bereits kurz nach dem Abheben um 06:04 UTC durch die ADR3 ein Fehler im System erkannt und aufgezeichnet. Um 06:08 UTC kam es in Flugfläche 11 160 ft zu einer Disagree zwischen allen drei ADIRUs und gleichzeitig zu einer Fehlermeldung der ADR1 und ADR2, verbunden mit weiteren Folgeerscheinungen, wie Übergang der Steuerung in ALTERNATE LAW, Ausfall beider Autopiloten und des Autothrust. Ab diesem Zeitpunkt konnte das System keine Plausibilitätskontrolle mehr durchführen, da alle drei ADRs einen Fehler anzeigten und das System nicht mehr in der Lage war, die richtig arbeitende ADR zu identifizieren.

Die BFU geht davon aus, dass das der Zeitpunkt gewesen ist, als die Besatzung den lauten Knall wahrnahm, wahrscheinlich hervorgerufen durch Ablösung von Eisplatten am Rumpfbug.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Eis, Schnee oder Wasser in das eine oder andere Pitot Probe eingedrungen war oder sich in unmittelbarer Nähe angehaftet hat. Es ist nicht eindeutig feststellbar, welche Geschwindigkeitsanzeige richtig anzeigte und welche falsch.

Das Flugzeug passierte zu diesem Zeitpunkt eine Inversionsschicht zwischen FL100 und F120, in der die Temperatur von -3 °C auf +1 °C anstieg, gleichzeitig befand es sich noch in den Wolken bei heftigem Schneefall.

Die BFU geht davon aus, dass die unterschiedlichen Geschwindigkeitsanzeigen nicht auf einen internen Systemfehler zurückzuführen sind, sondern durch unterschiedliche Druckmessungen an den Sensoren hervorgerufen wurden.



Nach der Landung in Frankfurt war noch Eis auf dem Rumpfbug über den Static Ports und den Pitot Probes zu erkennen.



Schnee und Eisreste am Rumpfbug unterhalb der Cockpitscheiben nach der Landung in Frankfurt. Fotos: BFU

Es kann davon ausgegangen werden, dass es durch Verunreinigungen in den Druckleitungen des Pitot Static Systems zu unterschiedlichen Druckmessungen kam, die in den ADIRUs zu unterschiedlichen Geschwindigkeiten verarbeitet wurden. Dies führte dazu, dass es bei dem intern stattfindenden Vergleich aller drei ADIRUs zu einer DISAGREE-Warnung kam. Diese führte zu einer Fehlermeldung aller drei ADRs am Overhead Panel.

Das Aufleuchten der drei ADR FAULT LIGHTS am Overhead Panel bedeutete aber nicht, dass alle drei ADRs ausgefallen waren, sie haben lediglich im System einen Fehler erkannt und angezeigt. Die Folge davon war der Übergang der Steuerung von NORMAL LAW in ALTERNATE LAW.

Die Aussage der Besatzung, dass die Steuerung sei in DIRECT LAW übergegangen, kann durch die Auswertung des FDR nicht bestätigt werden. Die Aufzeichnungen zeigen lediglich den Übergang in ALTERNATE LAW. Erst als das Fahrwerk im Endanflug ausgefahren wurde, ging die Steuerung – wie zu erwarten – in DIRECT LAW über.

Schlussfolgerungen

- Alle drei Piloten waren im Besitz der für die Durchführung des Fluges erforderlichen Erlaubnisse und Berechtigungen. Der zweite Co-Pilot war in Ausbildung.
- Das Flugzeug war ordnungsgemäß zum Verkehr zugelassen und wurde in Übereinstimmung mit den geltenden Vorschriften und genehmigten Verfahren instand gehalten.
- Aufgrund von 20 cm Neuschnee in der Nacht war das Flugzeug mit Schnee bedeckt und musste enteist werden.
- Die Tragflächen und das Leitwerk wurden vor dem Start in Nürnberg enteist. Der Rumpf wurde nicht enteist, was möglicherweise Einfluss auf die unzuverlässigen Geschwindigkeitsanzeigen hatte.
- Alle drei Geschwindigkeitsanzeigen differierten untereinander um ca. 30 kt, was auf gestörte Eingangsparameter hindeutete. Bereits kurz nach dem Start des Flugzeuges kam es nacheinander zur Fehlersignalisation aller drei ADRs.

- Die unterschiedlichen Geschwindigkeitsanzeigen sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf Verunreinigungen im Pitot Static System zurückzuführen.
- Der Übergang der Steuerung in ALTERNATE LAW sowie der Ausfall weiterer Systeme ist auf die interne Fehleranalyse der drei ADRs untereinander zurückzuführen.
- Einen Übergang der Steuerung in DIRECT LAW während des Fluges kann anhand der Auswertung des FDR nicht bestätigt werden.
- Der Übergang der Steuerung in DIRECT LAW nach dem Ausfahren des Fahrwerkes im Landeanflug war systembedingt zu erwarten.

Ursachen

Die Ursache für die unzuverlässigen Geschwindigkeitsanzeigen war nicht eindeutig nachweisbar. Die BFU geht davon aus, dass es durch Verunreinigungen im Pitot Static System zu unterschiedlichen Geschwindigkeitsanzeigen mit den entsprechenden Folgefehlern kam.

Untersuchungsführer Müller

Anlagen

Auszüge aus dem Flugdatenschreiber

Anlage 1

