



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen BFU  
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation BEAA  
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici UIIA  
Uffizi d'inquisiziun per accidents d'aviatica UIAA  
Aircraft accident investigation bureau AAIB

# **Schlussbericht Nr. 2011**

## **des Büros für**

# **Flugunfalluntersuchungen**

über den Unfall

des Flugzeuges Piper PA-28-181, HB-PHB

vom 4. Oktober 2005

im Hohen Atlas,

32 NM südöstlich von Marrakech, Königreich Marokko

## Causes

L'accident est dû à une collision avec le terrain car, dans une vallée étroite, l'équipage a choisi une altitude de vol qui, en raison des conditions météorologiques qui régnaient, ne permettait ni d'effectuer un demi-tour, ni de passer la crête la moins élevée en toute sécurité.

Facteurs susceptibles d'avoir joué un rôle dans l'accident:

- L'équipage n'était pas familier avec les particularités du Haut-Atlas.
- Les performances de l'avion étaient limitées en raison de la masse et de l'altitude-densité élevées.
- Le soleil, qui était assez bas, rendait difficile l'évaluation du chemin de vol par rapport au terrain.

## Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen des BFU über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten Unfalls.

Gemäss Art. 3.1 der 9. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 1. November 2001, 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 künftiger Unfälle oder schwerer Vorfälle. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

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

Die deutsche Fassung dieses Berichts entspricht dem Original und ist massgebend.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) angegeben. Für das Königreich Marokko galt im Unfallzeitpunkt die koordinierte Weltzeit als Normalzeit (*local time* – LT).

In diesem Bericht wird aus Gründen des Persönlichkeitsschutzes für alle natürlichen Personen unabhängig ihres Geschlechts die männliche Form verwendet.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>6</b>
<b>Kurzdarstellung</b>	<b>6</b>
<b>Untersuchung</b>	<b>6</b>
<b>1 Sachverhalt</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf</b>	<b>7</b>
1.1.1 Allgemeines	7
1.1.2 Vorgeschichte	7
1.1.3 Flugverlauf	9
<b>1.2 Personenschäden</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Schaden am Luftfahrzeug</b>	<b>10</b>
<b>1.4 Drittschaden</b>	<b>10</b>
<b>1.5 Angaben zu Personen</b>	<b>11</b>
1.5.1 Vordere Sitzreihe rechts – Fluglehrer	11
1.5.2 Vordere Sitzreihe links – Pilot A	12
1.5.3 Passagiere	12
<b>1.6 Angaben zum Luftfahrzeug</b>	<b>13</b>
<b>1.7 Meteorologische Angaben</b>	<b>14</b>
1.7.1 Allgemeines	14
1.7.2 Allgemeine Wetterlage	14
1.7.3 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort	15
1.7.4 Sonnenstand	16
<b>1.8 Navigationshilfen</b>	<b>16</b>
<b>1.9 Kommunikation</b>	<b>16</b>
<b>1.10 Angaben zum Flughafen</b>	<b>16</b>
<b>1.11 Flugschreiber</b>	<b>17</b>
<b>1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle</b>	<b>17</b>
1.12.1 Wrack	17
1.12.2 Aufprall	18
1.12.3 Unfallstelle	18
<b>1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen</b>	<b>18</b>
<b>1.14 Feuer</b>	<b>18</b>
<b>1.15 Überlebensaspekte</b>	<b>19</b>
1.15.1 Allgemeines	19
1.15.2 Notsender	19
1.15.3 Suche und Rettung	19
<b>1.16 Versuche und Forschungsergebnisse</b>	<b>19</b>
1.16.1 Untersuchung des Triebwerks	19
1.16.2 Untersuchung von Instrumenten	20
<b>1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung</b>	<b>20</b>
1.17.1 Fluggruppe Pro Altenrhein	20
1.17.2 Motorflugschule Grenchen	20

---

<b>1.18</b>	<b>Zusätzliche Angaben</b>	<b>21</b>
<b>1.19</b>	<b>Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken</b>	<b>21</b>
1.19.1	Rekonstruktionsflug	21
<b>2</b>	<b>Analyse</b>	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>Technische Aspekte</b>	<b>22</b>
<b>2.2</b>	<b>Menschliche und betriebliche Aspekte</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>Befunde</b>	<b>24</b>
3.1.1	Technische Aspekte	24
3.1.2	Besatzung	24
3.1.3	Flugverlauf	24
3.1.4	Rahmenbedingungen	24
<b>3.2</b>	<b>Ursachen</b>	<b>25</b>

## Schlussbericht

Eigentümer	Fluggruppe pro Altenrhein, 9423 Altenrhein
Halter	Fluggruppe pro Altenrhein, 9423 Altenrhein
Luftfahrzeugmuster	Piper PA-28-181
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-PHB
Ort	Hoher Atlas, 32 NM südöstlich von Marrakech, Königreich Marokko
Datum und Zeit	4. Oktober 2005, ca. 07:10 UTC

### Zusammenfassung

#### Kurzdarstellung

Am 4. Oktober 2005 startete die Besatzung mit dem Flugzeug Piper PA-28-181, eingetragen als HB-PHB, um 06:44 UTC vom Flughafen Marrakech in Marokko zu einem Sichtflug nach Ouarzazate. Die Besatzung bestand aus einem Piloten in Begleitung eines Fluglehrers. Auf der hinteren Sitzreihe des Flugzeuges befanden sich zwei weitere Piloten. Die HB-PHB folgte einem Flugweg, der ungefähr einer geraden Linie zwischen Marrakech und Ouarzazate entspricht. Marrakech liegt nördlich des Atlasgebirges und Ouarzazate südlich davon.

Ungefähr um 07:08 UTC flog die Maschine in ein gegen Osten ansteigendes Tal südlich von Azgour ein und kollidierte wenig später mit der gegen Norden abfallenden Flanke dieses Tales.

Die Insassen des Flugzeuges wurden beim Unfall tödlich verletzt und das Flugzeug wurde zerstört.

#### Untersuchung

Der Unfall ereignete sich am 4. Oktober 2005 um ca. 07:10 UTC. Die Meldung traf gleichentags um ca. 10:00 UTC beim Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) ein.

Auf Ersuchen der marokkanischen Behörden begaben sich zwei schweizerische Untersuchungsleiter des Büros für Flugunfalluntersuchungen (BFU) am 17. Oktober 2005 an den Unfallort und untersuchten das Wrack. Im Einverständnis mit den marokkanischen Behörden führte das Büro für Flugunfalluntersuchungen die Untersuchung weiter und erstellte den vorliegenden Bericht.

Der Unfall ist auf eine Kollision mit dem Gelände zurückzuführen, weil die Besatzung in einem engen Tal eine Flughöhe wählte, die bei den herrschenden Wetterbedingungen weder eine Umkehrkurve noch ein sicheres Überqueren des niedrigsten Bergkammes erlaubte.

Die folgenden Faktoren haben die Entstehung des Unfalles möglicherweise begünstigt:

- Die Besatzung war mit den Eigenheiten des Hohen Atlas nicht vertraut.
- Die Leistungsfähigkeit des Flugzeuges war durch hohe Masse und grosse Dichtehöhe eingeschränkt.
- Die Beurteilung des Flugweges gegenüber dem Gelände war durch die tiefstehende Sonne erschwert.

## 1 Sachverhalt

### 1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

#### 1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden Fotografien, welche die Flugzeuginsassen gemacht hatten, Aussagen von Auskunftspersonen sowie Daten aus Rekonstruktionsflügen verwendet.

Der Flug wurde nach Sichtflugregeln durchgeführt.

#### 1.1.2 Vorgeschichte

Die Fluggruppe Pro Altenrhein stationierte jeweils während des Winterhalbjahres ein Flugzeug in El Beriel auf der Insel Gran Canaria (E), um von den gegenüber der Schweiz für die Flugschulung vorteilhafteren Wetterbedingungen zu profitieren. Zu diesem Zweck sollte das Flugzeug Piper PA-28-181, eingetragen als HB-PHB, von St. Gallen-Altenrhein nach El Beriel überflogen werden. Mit dieser Aufgabe wurde ein Fluglehrer betraut, der diesen Flug plante und verschiedenen Piloten anbot, einen Teil des Überfluges durchzuführen. Dabei bot der Fluglehrer an, diese Piloten zu betreuen und allenfalls weiter auszubilden.

Am 19. September 2005 verliess die HB-PHB St. Gallen-Altenrhein und wurde von verschiedenen Piloten über Frankreich und Spanien nach Marokko geflogen. Dabei wechselten sich die Piloten auf den einzelnen Teilstrecken ab. Der Fluglehrer verblieb auf dem ganzen Flug als Begleiter und Ausbilder an Bord.

Schliesslich erreichte das Flugzeug am 1. Oktober 2005 um 13:15 UTC den Flughafen Marrakech. Das Flugzeug wurde vom linken vorderen Sitz aus durch den Piloten A gesteuert, der Fluglehrer belegte den rechten vorderen Sitz und Pilot B wurde als Passagier auf der hinteren Sitzbank mitgeführt. Unmittelbar nach der Landung wurde das Flugzeug mit 57 l Flugbenzin AVGAS 100 LL betankt, so dass die Tanks ungefähr bis zu den sogenannten *filler neck* gefüllt waren. Dies entspricht einer Treibstoffmenge von ungefähr 34 USG oder ca. 128 Litern.

Am 2. Oktober 2005 flogen die Piloten A und B nicht, sondern nutzten den Tag zur Besichtigung der Stadt Marrakech. Der Fluglehrer hingegen führte zusammen mit den Piloten C und D, die in Marrakech zur Besatzung gestossen waren, einen längeren Rundflug aus.

Um 06:35 UTC startete die HB-PHB, gesteuert durch den Piloten C und begleitet durch den Fluglehrer, zu einem Flug nach Ouarzazate. Der Pilot D nahm die hintere Sitzbank ein und machte während des Fluges zahlreiche Fotografien des Geländes. Wie später rekonstruiert werden konnte, führte der Flugweg von Marrakech in südöstlicher Richtung über die Ortschaft Had-Abdallah-Rhiate etwa 10 NM südlich an Ait-Ourir vorbei. Mit einem ostsüdöstlichen Kurs wurde schliesslich das Tal des Oued Zate erreicht. Dieses Tal verläuft von Ait-Ourir über Arba Talast ziemlich genau in südlicher Richtung. Das Flugzeug HB-PHB folgte dem Tal über die Ortschaft Azgour hinaus Richtung Süden. Wie später rekonstruiert werden konnte, flog die Maschine daraufhin auf einer Höhe von ungefähr 9000 ft AMSL in ein Tal ein, das gegen Osten gekrümmt ist. Es wird durch eine Bergflanke gegen Süden begrenzt, die an ihrer tiefsten Stelle ungefähr 8600 ft AMSL hoch ist. Diese Bergflanke wurde am Ende des Tales mit einer leichten Rechtskurve überflogen, wobei die Flughöhe immer noch ungefähr 9000 ft AMSL be-

trug. Gemäss den Beobachtungen von Pilot C waren weder Wind noch Turbulenz spürbar.

Die von Pilot D angefertigten Fotografien zeigen gute Sichtverhältnisse und einen annähernd wolkenlosen Himmel (vgl. Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Gegend südlich von Azgour, aufgenommen am 2. Oktober 2005 an Bord der HB-PHB, Blickrichtung Süd, Flughöhe ca. 9000 ft AMSL.

Um 07:17 UTC landete die HB-PHB in Ouarzazate und wurde anschliessend mit 83 l Flugbenzin vollgetankt. Ungefähr eine Stunde später startete das Flugzeug zu einem Flug nach Zagora, wobei es nun von Pilot D gesteuert wurde und Pilot C als Passagier mitflog. Der Fluglehrer begleitete wie üblich den fliegenden Piloten vom rechten vorderen Sitz aus.

In Zagora nahm der Pilot C auf dem linken Vordersitz Platz und flog die Maschine dem Anti Atlas entlang, an Agadir vorbei und schliesslich der Küste nach Norden folgend bis nach Essaouira, wo nach einer Gesamtflugzeit von 3:05 h zwischen 38 und 50 l AVGAS 100 LL nachgetankt wurden. Die genaue Treibstoffmenge, die den Tanks zugefügt wurde, lässt sich nicht mehr ermitteln, da die handbetriebene Treibstoffpumpe in Essaouira gemäss den Angaben des Betankungspersonals nicht geeicht war.

Anschliessend flog wiederum Pilot C das Flugzeug nach Marrakech zurück. Hier wurde kein Treibstoff mehr getankt, da der Weiterflug mit vier Personen erfolgen sollte. Geht man von den Verbrauchswerten aus, die sich aus den vorangegangenen Flügen ermitteln lassen, so waren zu diesem Zeitpunkt noch zwischen 60 und 75 l Treibstoff in den Tanks der HB-PHB.

Den 3. Oktober 2005 verbrachten der Fluglehrer und alle Piloten als Ruhetag. Da Pilot C das gewünschte Flugtraining absolviert hatte, verabschiedete er sich am Abend des 3. Oktobers 2005 von seinen Kollegen und reiste auf dem Landweg weiter.



Der Weiterflug ab Marrakech war ursprünglich nur mit dem Fluglehrer und den Piloten A und B geplant. Pilot D wollte Marokko einige Tage auf dem Landweg bereisen und anschliessend vor dem Flug über den Atlantik nach Cran Canaria wieder zur Gruppe stossen. Er plante den Platz von Pilot B zu übernehmen, der dann seinerseits noch einige Tage in Marokko verbracht hätte. Der Zeitplan für die Reise von Pilot D auf dem Landweg erwies sich aber als zu knapp bemessen, worauf sich die Gruppe entschied, Pilot D als zusätzlichen Passagier nach Ouarzazate mit zu nehmen, von wo er anschliessend auf dem Landweg weiterreisen wollte.

### 1.1.3 Flugverlauf

Am Morgen des 4. Oktober 2005 begaben sich der Fluglehrer zusammen mit den Piloten A, B und D noch vor Tagesanbruch auf den Flughafen Marrakech. Es wurde ein Flugplan aufgegeben und um 06:40 UTC verliess die HB-PHB ihre Parkposition zu einem Flug nach Ouarzazate. Auf dem linken vorderen Sitz hatte Pilot A Platz genommen und steuerte die Maschine. Der Fluglehrer sass auf dem vorderen rechten Sitz, Pilot B hatte hinten rechts und Pilot D hinten links Platz genommen. Es wurden ungefähr 40 kg Gepäck mitgeführt.

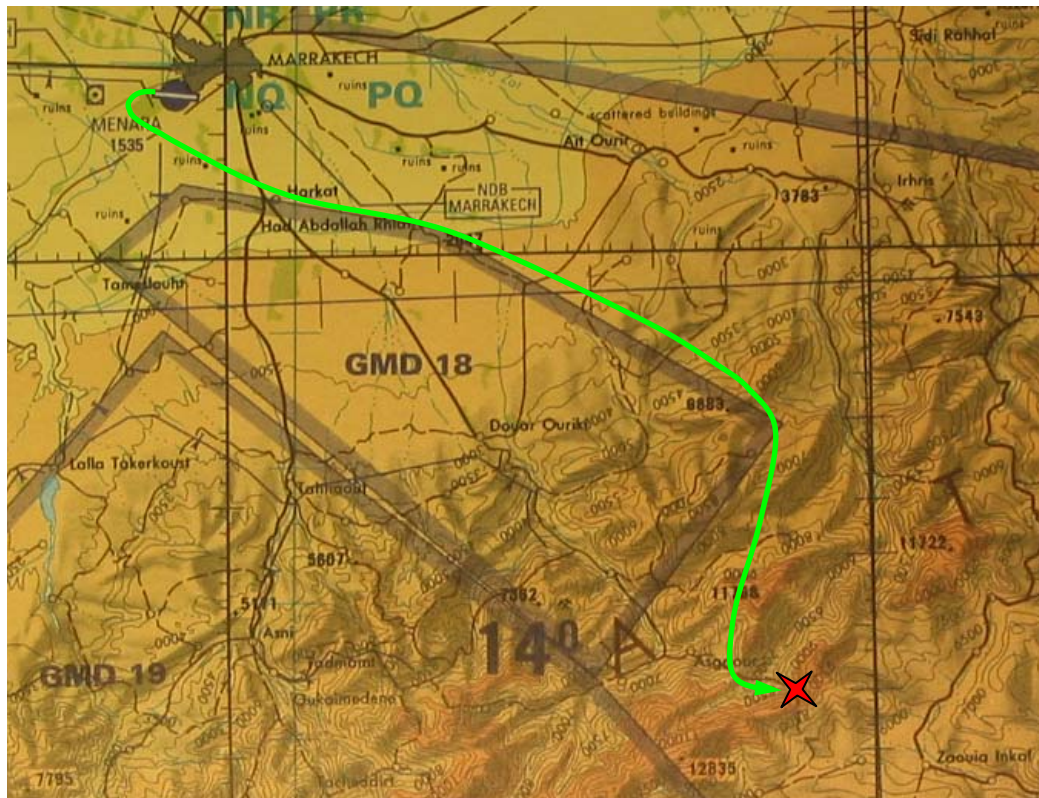
Um 06:44 UTC startete das Flugzeug vom Flughafen Marrakech und nahm einen südöstlichen Kurs ein. Ungefähr um 06:50 UTC meldete sich die Besatzung beim Kontrollturm ab. Wie Luftaufnahmen aus der Maschine belegen, flog die HB-PHB den gleichen Flugweg wie am 2. Oktober 2005 und folgte mehr oder weniger einer geraden Linie zwischen Marrakech und Ouarzazate.



**Abbildung 2:** Links eine Luftaufnahme, die am 2. Oktober 2005 um 06:57 UTC an Bord der HB-PHB südlich von Azgour gemacht wurde. Rechts eine Fotografie aus der HB-PHB, die am 4. Oktober 2005 um 07:08 UTC ungefähr an der gleichen geografischen Position und gleicher Blickrichtung aufgenommen wurde.

Um 07:08 UTC machte der Fluglehrer eine Fotografie, die zeigt, dass die Maschine daran war, auf einer geringeren Höhe als am 2. Oktober 2005 in das gegen Osten ansteigende Tal südlich von Azgour einzufliegen.

Kurze Zeit später kollidierte die Maschine auf einer Höhe von 8500 ft AMSL mit der gegen Norden abfallenden Flanke des Tales. Die vier Insassen des Flugzeuges erlitten tödliche Verletzungen. Das Flugzeug wurde zerstört.



**Abbildung 3:** Rekonstruierter Flugweg der HB-PHB am 4. Oktober 2005.

## 1.2 Personenschäden

Ver- letzungen	Besatzungs- mitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Dritt- personen
Tödlich	2	2	4	---
Erheblich	---	---	---	---
Leicht	---	---	---	---
Keine	---	---	---	---
Gesamthaft	2	2	4	---

## 1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Flugzeug wurde zerstört.

## 1.4 Drittschaden

Es entstand kein Drittschaden.

## 1.5 Angaben zu Personen

### 1.5.1 Vordere Sitzreihe rechts – Fluglehrer

Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1980
Lizenz	Führerausweis für Berufspiloten auf Flächenflugzeugen ( <i>commercial pilot licence aeroplane</i> – CPL(A)) nach <i>joint aviation requirements</i> (JAR), erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 06.05.2003, gültig bis 06.06.2010  Bestandene theoretische Prüfung für Verkehrspiloten, sogenannte <i>frozen ATPL(A)</i> ( <i>air transport pilot licence (aeroplane)</i> )
Berechtigungen	Klassenberechtigung für mehrmotorige Kolbenmotorflugzeuge ( <i>multi engine piston</i> – MEP), gültig bis 24.06.2006  Klassenberechtigung für einmotorige Kolbenmotorflugzeuge ( <i>single engine piston</i> – SEP), gültig bis 13.6.2007  Fluglehrerberechtigung auf Flächenflugzeugen ( <i>flight instructor aeroplane</i> – FI(A)), gültig bis 27.05.2007  Internationale Radiotelefonie für Flüge nach Sicht- und Instrumentenflugregeln RTI (VFR/IFR)  Nachtflug NIT
Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Flugzeug ( <i>instrument rating aeroplane</i> - IR(A)), Kategorie I, letztmals verlängert am 09.05.2005, gültig bis 24.06.2006
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, ohne Einschränkungen, gültig bis 22.11.2005
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	05.11.2004
Beginn der fliegerischen Ausbildung	1997
1.5.1.1 Flugerfahrung	
Gesamthaft	1361:13 h
Auf dem Unfallmuster	ca. 300 h
Während der letzten 90 Tage	224:09 h
Davon auf dem Unfallmuster	64:35 h
Auf Motorflugzeugen	1361:13 h
Als Kommandant	1293:59 h
Als Fluglehrer	813:53 h

1.5.2	Vordere Sitzreihe links – Pilot A	
	Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1983
	Lizenz	Führerausweis für Privatpiloten auf Flächenflugzeugen ( <i>private pilot licence (aeroplane)</i> – PPL(A)) nach <i>joint aviation requirements</i> (JAR), erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 23.08.2004, gültig bis 26.08.2009  Lehrflugausweis für Segelflugzeuge ( <i>glider trainee</i> ), erstmals ausgestellt durch das BAZL am 27.12.2000, gültig bis 03.08.2006
	Berechtigungen	Klassenberechtigung für einmotorige Kolbenmotorflugzeuge ( <i>single engine piston</i> – SEP), gültig bis 23.08.2006  Internationale Radiotelefonie für Flüge nach Sicht- und Instrumentenflugregeln RTI (VFR/IFR)
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 2, ohne Einschränkungen, gültig bis 18.12.2005
	Letzte fliegerärztliche Untersuchung	18.12.2000
	Beginn der fliegerischen Ausbildung	2000
1.5.2.1	Flugerfahrung	
	Gesamthaft	79:46 h
	Auf dem Unfallmuster	ca. 50 h
	Während der letzten 90 Tage	4:35 h
	Davon auf dem Unfallmuster	4:35 h
	Auf Motorflugzeugen	68:25 h
	Auf Segelflugzeugen	11:21 h
	Als Kommandant	26:33 h
1.5.3	Passagiere	
	Hintere Sitzreihe rechts – Pilot B	Schweizerischer Staatsbürger, Jahrgang 1982  Träger eines Ausweises für Privatpiloten auf Flugzeugen (PPL(A)) nach JAR, ausgestellt durch das BAZL am 23.10.2001, gültig bis 26.08.2010
	Hintere Sitzreihe links – Pilot D	Schweizerischer Staatsbürger, Jahrgang 1983  Träger eines Ausweises für Privatpiloten auf Flugzeugen (PPL(A)) nach JAR, ausgestellt durch das BAZL am 26.03.2004, gültig bis 01.02.2010

**1.6 Angaben zum Luftfahrzeug**

Eintragungszeichen	HB-PHB
Luftfahrzeugmuster	Piper PA-28-181
Charakteristik	Einmotoriger Tiefdecker in Metallbauweise, mit festem Fahrwerk in Bugradanordnung und vier Sitzplätzen
Hersteller	Piper Aircraft Inc. USA
Baujahr	1981
Werknummer	28-8190208
Eigentümer	Fluggruppe pro Altenrhein, 9423 Altenrhein
Halter	Fluggruppe pro Altenrhein, 9423 Altenrhein
Triebwerk	Hersteller: Textron Lycoming Div., USA Baumuster: O-360-A4M, Kolbentriebwerk in Boxeranordnung mit 4 Zylindern, luftgekühlt Leistung: 180 HP Werknummer: RL-31841-36A Rebuilt: 1988  Wie aus den Wartungsunterlagen hervorgeht, war im <i>Marvel Schebler/Precision Airmotive</i> Vergaser des Triebwerks ein Schwimmer aus Metall eingebaut gewesen.
Propeller	Hersteller: Sensenich Propeller Manufacturing Co. Baumuster: 76EM8S5-0-62, Zweiblatt-Festpropeller Werknummer: 35780K Baujahr: 2002
Ausrüstung	VHF-COM/NAV King KX 175B VHF-COM King KY 92-01 VHF-Navigations-system King KMA-20 Glide Slope King KN-75  Satelliten-Navigationssystem GPS Skyforce SKYMAP IIIC DME King KN-64 Transponder King KT-76A
Betriebsstunden Zelle	Gesamtbetriebsstunden 5605:16 h
Betriebsstunden Triebwerk	Gesamtbetriebsstunden 3482:25 h, seit Überholung des Motors am 03.02.1999 durch Heliswiss 1460:26 h
Betriebsstunden Propeller	Gesamtbetriebsstunden 821:25 h, seit Einbau im Neuzustand am 18.09.02
Höchstzulässige Abflugmasse	1157 kg (2550 lb)

Masse und Schwerpunkt	Unter Berücksichtigung des Gewichts der Passagiere, ihres Gepäcks sowie des errechneten Tankinhalts betrug die Masse der HB-PHB zum Unfallzeitpunkt zwischen 1110 und 1120 kg. Der Schwerpunkt befand sich innerhalb der zulässigen Grenzen.
Unterhalt	Am 19.09.2005 wurde bei 5578:56 h <i>time since new</i> (TSN), d.h. 26:20 h vor dem Unfall, die letzte 50 h Kontrolle durch Altenrhein Aviation Ltd durchgeführt. Eine 1000 h Kontrolle war am 23.06.2005 bei 5526:46 h TSN, d.h. 79 h vor dem Unfall, durchgeführt worden.
Letzte periodische Prüfung	Die letzte Überprüfung durch das BAZL war am 14.04.2005 bei 5474:14 h TSN durchgeführt worden.
Treibstoffqualität	Flugbenzin AVGAS 100LL
Treibstoffvorrat	Die HB-PHB verfügte über zwei Tanks mit je 24 USG ausfliegbarem Treibstoff, was einer ausfliegbaren Gesamtkapazität von 182 l entspricht. Zum Zeitpunkt des Unfalls befanden sich zwischen 43 und 58 l Flugbenzin in den Tanks des Flugzeuges, was bei einem Verbrauch von 40 l/h einer Flugzeit zwischen 1:04 h und 1:27 h entspricht.
Eintragungszeugnis	Ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 09.08.2002.
Lufttüchtigkeitszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 08.09.1995, gültig bis auf Widerruf.
Zulassungsbereich	Kategorie Standard, Unterkategorie: Normal Nichtgewerbsmässiger Einsatz: VFR bei Tag, VFR bei Nacht. Gewerbsmässiger Einsatz: VFR bei Tag

## 1.7 Meteorologische Angaben

### 1.7.1 Allgemeines

Die Rekonstruktion der meteorologischen Situation war schwierig, weil der Unfallort in einem datenarmen Gebiet liegt. Da die verfügbaren Wetterbeobachtungen nur bedingten Einblick in die Grosswetterlage und die regionalen Besonderheiten ermöglichten, wurde zur Analyse auf Modelldaten zurückgegriffen.

### 1.7.2 Allgemeine Wetterlage

Marokko lag am 4. Oktober 2005 am Rand eines ausgedehnten Hitzetiefs mit Kern über dem Süden von Mauretanien und Mali. Dieses sorgte in Marokko für Ost- bis Südostwinde. Entlang der Atlas Ketten baute sich ein typisches Knie im Druck- und Geopotentialfeld auf. Dieser luvseitige Hochdruckausläufer wurde zusätzlich gestützt durch ein flaches Hoch über der nördlichen Hälfte Marokkos. Entlang der marokkanischen Atlantikküste hielt sich eine flache Tiefdruckrinne. Diese grossräumige Druckverteilung führt im Herbst zu den typischen "Leste"-

Lagen, bei denen heisse und staubige Luft vom afrikanischen Festland zu den Kanarischen Inseln geweht wird. Am 4. Oktober 2005 dämpfte ein Ausläufer des Azorenhochs die Fernwirkung des "Leste". Die Rückwärtstrajektorien von Agadir und das Windfeld auf 850 hPa zeigen jedoch deutlich, dass über Südmarokko eine "Leste"-Situation herrschte, welche in Agadir um 15 UTC zu einer Temperatur von 36 °C führte. Bedingt durch den Reibungseffekt des Reliefs, wurden die Ostwinde im Hohen Atlas durch das Modell schwächer dargestellt. Das Stromfeld entlang der südlichen Ausläufer des Hohen Atlas zeigt zudem Struktur eines sogenannten *barrier jets*, was ebenfalls auf eine effektive Blockierung der Luft östlich des Atlas hindeutet.

Der "Leste" ist verwandt mit den Santa Ana Winden an der kalifornischen Küste bei Los Angeles und San Diego. Dort ist der Auslöser für die böigen Fallwinde und für den *gapflow* der hohe Luftdruck über der Mojave Wüste. Ähnliche Bedingungen herrschten am 4. Oktober 2005 entlang der Bergketten des Hohen Atlas. Die Analogie ist fundamental für die weitere Einschätzung des lokalen und regionalen Windfeldes. Diese ist nur anhand konzeptioneller Überlegungen möglich, da die verfügbaren Modelldaten eine zu grobe räumliche Auflösung haben, als dass sie die lokalen Verhältnisse korrekt abbilden könnten.

Am Vortag und in der Nacht auf den 4. Oktober 2005 war das Wetter gewitterhaft und der Himmel wechselnd bewölkt. Es ist davon auszugehen, dass das nächtliche Bergwindssystem kaum oder nur ansatzweise entwickelt war, da die Wolkenfelder die langwellige Ausstrahlung dämpften. Diese Wolkenfelder sind belegt durch Beobachtungen an den Stationen Marrakech und Ouarzazate, durch Analysedaten des *global forecast system model* des amerikanischen Wetterdienstes und durch Fotografien während des Unglücksflugs.

Der luvseitige Keil im Bodendruck und Geopotentialfeld und die Windfelder zeigen deutlich, dass entlang des Hohen Atlas Winde aus südlicher Richtung herrschten. Offen bleibt, wie stark diese Winde wehten und welche Beschleunigung die Luft in topographischen Engnissen erfuhr.

### 1.7.3 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort

Östlich des Hohen Atlas herrschte höherer Druck als an der Atlantikküste und in Marrakech. Ein entsprechendes Gefälle zeigen auch die 1000, 925 und 850 hPa Druckflächen. Es ist deshalb anzunehmen, dass der Wind in Passlagen aus Südost bis Ost blies. Die höchste Windgeschwindigkeit trat dabei nicht im Geländeeinschnitt auf, sondern stromabwärts, in diesem Fall talabwärts Richtung Marrakech. Der Radiosondenaufstieg vom 4. Oktober 2005 um 00 UTC von Béchar und auch die Wolkenmeldungen an den synoptischen Beobachtungsstationen Marrakech und Ouarzazate deuten darauf hin, dass die Schichtung der Atmosphäre nur eine geringe Stabilität aufwies, was das Vorankommen der Fallwinde begünstigte. Der Temperaturverlauf über Béchar zeigte eine schwache Inversion auf rund 3000 und eine weitere auf 4400 m AMSL. Das bedeutet, dass der Ostwind als *hybrid gap flow* auftrat. Zum einen wehte er durch das Engnis in den Bergketten, zum andern trat er auch als Föhnströmung entlang der Kammlagen auf. Die berechneten Trajektorien stützen diese Einschätzung. Daraus folgt, dass die Besatzung der HB-PHB mit grosser Wahrscheinlichkeit sowohl kanalisierte Abwinde entlang der Talachse als auch grossräumigen Abwinde zu spüren bekam. Offen bleibt, wie stark diese Abwinde waren.

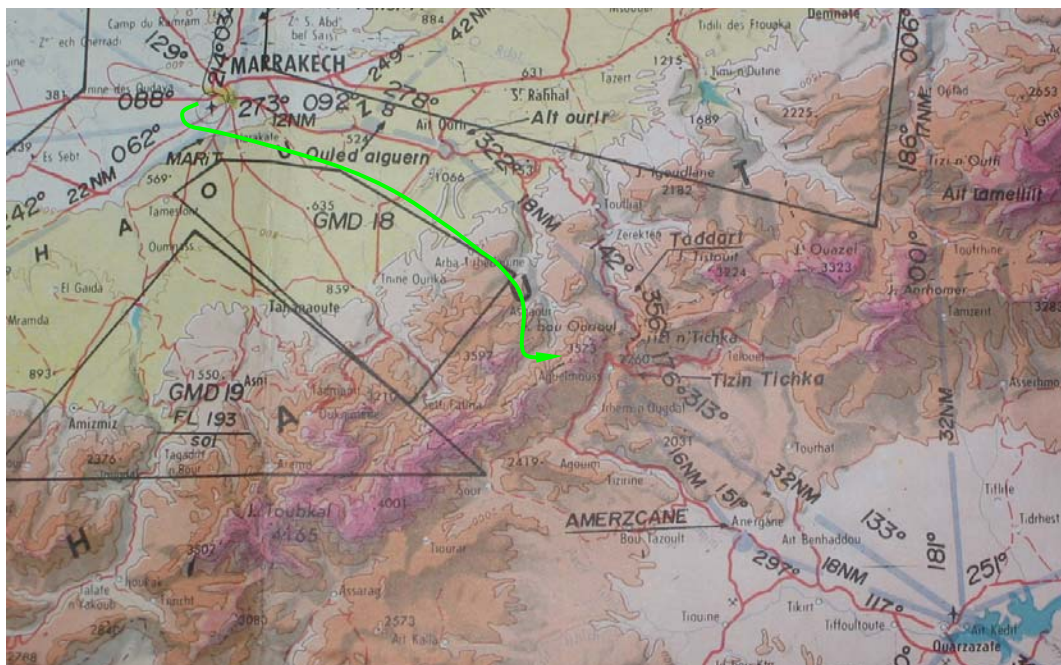
Die warme Luft aus der Sahara sorgte zudem für eine positive Abweichung von der ISA. Auf 850 hPa (1560 m AMSL) betrug diese Abweichung 15 °C, auf 770 hPa (2400 m AMSL) noch 12.5 °C. Dies entspricht einem Zuschlag der Dichtehöhe von 1800, respektive 1500 ft.

#### 1.7.4 Sonnenstand

Im Zeitpunkt des Unfalls stand die Sonne 8.6° über dem astronomischen Horizont und wies ein Azimut von 100.5° auf.

### 1.8 Navigationshilfen

Das nationale Amt für Flughäfen (*office national des aéroports*) des marokkanischen Transportministeriums publiziert eine Navigationskarte (*carte de cheminement VFR*) für den Sichtflug, auf der zwischen Marrakech und Ourazazate ein empfohlener Flugweg (*itineraire recommandé*) eingezeichnet ist. Dieser führt von Marrakech über Ait-Ouirir, Taddert, den Tizi-n-Tichka-Pass und Amerzgame nach Ouarzazate (vgl. Abbildung 4).



**Abbildung 4:** Ausschnitt aus der *carte de cheminement VFR* des *office national des aéroports*, mit einem empfohlenen Flugweg für die Strecke zwischen Marrakech und Ouarzazate (graue Linie). Im Vergleich dazu der rekonstruierte Flugweg der HB-PHB (grüne Linie).

#### 1.9 Kommunikation

Der Funkverkehr zwischen dem Piloten und dem Kontrollturm von Marrakech wickelte sich bis zum Verlassen der Platzfrequenz ordnungsgemäss und ohne Schwierigkeiten ab. Es gibt keinen Hinweis dafür, dass die Besatzung der HB-PHB nachher mit einer anderen Flugverkehrleit- oder Informationsstelle in Kontakt getreten ist.

#### 1.10 Angaben zum Flughafen

Nicht betroffen.



## 1.11 Flugschreiber

Nicht vorhanden, nicht vorgeschrieben.

Die HB-PHB war jedoch mit einem GPS Skyforce SKYMAP IIC ausgerüstet gewesen, der beim Eintreffen der Untersuchungsleiter verschwunden war.

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

### 1.12.1 Wrack

#### 1.12.1.1 Flugzeugzelle

Die Untersuchungsleiter des BFU konnten 13 Tage nach dem Unfall am Unfallort folgende Punkte feststellen:

- Die Schweizer Untersuchungsleiter stellten fest, dass sich das Flugzeugwrack nicht mehr in derselben Position wie auf den von der marokkanischen Gendarmerie unmittelbar nach dem Unfall angefertigten Fotografien befand. Auf den Aufnahmen ist die Piper in Rückenlage mit talwärts gerichtetem Vorderteil zu sehen. Beim Eintreffen der Untersuchungsleiter befand sich das Wrack unterhalb der Aufprallstelle in Bauchlage, wobei das Vorderteil in Richtung Krete zeigte.
- Die Kabine wurde beim Aufprall stark verformt. Nur der linke Vordersitz befand sich noch an seiner ursprünglichen Stelle. Die Flügel waren vom Rumpf abgerissen und die Tanks aufgerissen.
- Das Instrumentenbrett wies starke Verformungen auf. Die Position des Leistungshebels bzw. des Gemischhebels konnte nicht festgestellt werden.
- Die Vergaservorwärmung war eingeschaltet.
- Der Tankwahlschalter zeigte auf den rechten Tank.
- Die Landeklappen befanden sich in eingefahrenem Zustand, obwohl der Steuerhebel gezogen war, was einer vollständig "ausgefahrenen" Position entspricht.
- Der Schlüssel für den Zündschalter war nicht mehr vorhanden. Der Schalter befand sich in der Stellung "OFF".
- Es wurden keinerlei Brandspuren festgestellt.
- Eine visuelle Prüfung der Ruderanschlüsse, Verbindungsgestänge, Umlenkehebel, Zugseile und Spannverschlüsse sowie der Führungsrollen ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene Mängel.

#### 1.12.1.2 Angaben über das Triebwerk

- Die Verformungen der Propellerblätter zeigen, dass das Triebwerk beim Aufprall Leistung abgegeben hat.
- Die beiden Magnete und der Flansch des Ölfilters auf dem Gehäuse für die Zusatzaggregate des Motors zerbrachen beim Aufprall. Im Motorgehäuse befanden sich Ölreste.
- Im Filtergefäß des Benzinfilters der elektrischen Pumpe befand sich eine geringe Menge Treibstoff.

- Der Treibstoff- und der Gemischregler waren korrekt auf dem Vergaser angebracht. Aufgrund der beim Aufprall entstandenen Schäden konnte der Vergaser nicht ausgebaut werden.
- Die Anschlüsse auf den Magneten und die Zündkabel zu den Kerzen waren in gutem Zustand.
- Der Luftfilter war korrekt eingebaut und sauber.

#### 1.12.2 Aufprall

Das Ausmass der Beschädigung der Piper zeigt die Heftigkeit des Aufpralls.

#### 1.12.3 Unfallstelle

Unfallort	Hoher Atlas, 32 NM südöstlich von Marrakech, 7 NM westsüdwestlich des Tizi-n-Tichka-Passes, Königreich Marokko
Geographische Breite	N 31° 14' 58"
Geographische Länge	W 007° 28' 59"
Höhe	8500 ft AMSL
Lage	Ungefähr 100 ft unterhalb einer flachen, in west-östlicher Richtung verlaufenden Krete  Aufgrund des mit Steinen durchsetzten Geländes und der grossen Hangneigung ist eine Notlandung kaum realisierbar.



**Abbildung 5:** Links die Situation an der Unfallstelle beim Eintreffen der Rettungskräfte. Rechts die Lage des Wracks während der Untersuchung anlässlich des Besuchs der Schweizer Delegation am 17. Oktober 2005.

#### 1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen

Die Leichen aller Insassen wurden in der Schweiz einer Autopsie unterzogen. Weder bei Pilot A, B und D noch beim Fluglehrer konnten vorbestandene, todesursächliche relevante Organveränderungen erhoben werden. Sämtliche toxikologischen Untersuchungen auf psychotrope Substanzen zeigten negative Resultate.

#### 1.14 Feuer

Es brach kein Feuer aus.

## 1.15 Überlebensaspekte

### 1.15.1 Allgemeines

Aufgrund der Heftigkeit der Kollision mit dem Gelände hatten die Insassen des Flugzeuges HB-PHB praktisch keine Chancen, den Unfall zu überleben.

### 1.15.2 Notsender

Das Flugzeug war mit einem Notsender (*emergency location beacon aircraft – ELBA*) vom Muster Serpe-lesm KANNAD 406 AF ausgerüstet. Das Gerät wurde durch den Unfall ausgelöst und sendete ein peilbares Signal aus.

### 1.15.3 Suche und Rettung

Am 4. Oktober 2005 um 07:11 UTC empfing das Satellitenortungssystem COSPAS<sup>1</sup>/SARSAT<sup>2</sup> das Signal eines auf 406 MHz sendenden *emergency location beacon aircraft – ELBA*, ohne dieses allerdings verlässlich peilen zu können. Da bei dieser Kategorie Notsender auch das Eintragungszeichen des Luftfahrzeuges übermittelt wird, können über den Such- und Rettungsdienst (*search and rescue – SAR*) des Eintragsstaates Abklärungen vorgenommen werden. Im vorliegenden Fall wurde die Alarmzentrale des Schweizer SAR informiert und dieser kontaktierte um 07:20 UTC den Halter der HB-PHB, welcher angab, dass sich die Maschine gegenwärtig in Marokko befinde. Um 07:39 UTC gelang dem COSPAS/SARSAT-System eine erste Peilung des Notsenders und um 08:34 UTC begann in Marokko die Suchaktion nach dem verunfallten Flugzeug. Wenige Stunden später konnte das Wrack der HB-PHB lokalisiert werden. Die Insassen des Flugzeuges waren allerdings bereits bei der Kollision mit dem Gelände tödlich verletzt worden.

## 1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

### 1.16.1 Untersuchung des Triebwerks

- Die Untersuchung des Triebwerks ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel, welche den Unfall hätten verursachen können. Aufgrund der am Motor entstandenen Schäden konnten die Ölfilter und Magnete nicht begutachtet werden.
- Es konnten lediglich 7 Zündkerzen vom Typ Champion REM 40E zur Begutachtung vorgelegt werden. Der Zugang zur unteren Zündkerze von Zylinder Nr. 4 war nicht möglich. Sämtliche untersuchten Kerzen wiesen eine unauffällige Farbe auf. Bei der Hochspannungsprüfung funktionierten 6 Kerzen korrekt. Bei der unteren Kerze von Zylinder Nr. 2 fanden sich Risse im Porzellan; sie war sicherlich beim Aufprall beschädigt worden. Die 3 unteren Zündkerzen enthielten auch Bleipartikel, die jedoch die Elektroden nicht kurzschlossen.

---

<sup>1</sup> COSPAS – *cosmicheskaya sistyema poiska avariynich sudov*: Weltraumgestütztes System zur Suche von Luft- und Wasserfahrzeugen, die sich in einer Notlage befinden.

<sup>2</sup> SARSAT – *search and rescue satellite aided tracking*: Such- und Rettungssatellitensystem.

### 1.16.2 Untersuchung von Instrumenten

Aus dem Cockpit konnten einige wenige Instrumente sichergestellt und spurenkundlich untersucht werden. Mit Blick auf die Veränderungen, die nach dem Unfall am Wrack vorgenommen wurden, konnten lediglich die folgenden Instrumente sachdienlich ausgewertet werden:

- Der künstliche Horizont weist Spuren auf, die auf eine Querlage nach links und einen Lagewinkel von ungefähr 20° *angle nose down* (AND) hindeuten.
- Der Wendezeiger (*turn and slip indicator*) weist eine blockierte Anzeige auf, welche einer Drehung um die Hochachse nach links entspricht.

## 1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

### 1.17.1 Fluggruppe Pro Altenrhein

Zum Unfallzeitpunkt war die Fluggruppe Pro Altenrhein ein Verein, der die Erhaltung und Förderung des Flugplatzes und Flugbetriebes in St.Gallen-Altenrhein zum Ziel hatte. Zu diesem Zweck vermietete er Flugmaterial zu möglichst günstigen Bedingungen an Mitglieder und Gäste und unterhielt eine Flugschule. Am 28. August 2007 wurde die Firma aus dem Handelsregister gelöscht.

Die Fluggruppe Pro Altenrhein stationierte jeweils während des Winterhalbjahres ein Flugzeug auf dem Flugplatz El Beriel, der auf der Insel Gran Canaria (E) liegt. Aus diesem Grund beauftragte sie den Fluglehrer, das Flugzeug HB-PHB von St.Gallen-Altenrhein nach dem Flugplatz El Beriel zu überfliegen. Der Fluglehrer war dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) bereits im Mai 2005 als Instruktor gemeldet worden.

### 1.17.2 Motorflugschule Grenchen

Die Segel- und Motorfluggruppe Grenchen (SMG) umfasst ungefähr 600 Mitglieder. Sie vermietet Flugzeuge, führt gewerbsmässige Rundflüge aus und betreibt eine Flugschule. Der Fluglehrer erwarb in dieser Flugschule die Privatpilotenlizenz und absolvierte im Jahr 2003 bei der SMG die Ausbildung zum Fluglehrer. Anschliessend unterrichtete er im Rahmen der SMG als nebenamtlicher Fluglehrer. Vom *head of training* der Flugschule Grenchen wurde er unter anderem als sehr *initiativ, seriös und zielstrebig* beschrieben.

Weiter gab der *head of training* an, dass die SMG über die Aktivitäten des Fluglehrers in der Fluggruppe pro Altenrhein nicht informiert gewesen sei. Im August 2005 habe der Fluglehrer den *head of training* aber gefragt, was dieser von einer Flugreise durch Marokko und über das Atlasgebirge im Oktober halte. Der *head of training* habe dem Fluglehrer daraufhin abgeraten, während dieser Jahreszeit im Atlasgebirge Flüge zu planen. Als Begründung für diesen Ratschlag will der *head of training* darauf hingewiesen haben, dass aus seiner eigenen Erfahrung im Herbst dort oft unberechenbare Windsituationen vorherrschend seien, die bei falscher Flugtaktik zu Problemen führen könnten. Weiter will der *head of training* dem Fluglehrer mitgeteilt haben, dass die Flugzeuge der SMG für Flüge nach Marokko nicht zur Verfügung stünden. Diese vorsorgliche Massnahme habe die SMG nach Anschlägen auf Tourismuseinrichtungen in Marokko ergriffen.

Sämtliche Piloten, die mit dem Fluglehrer das Flugzeug HB-PHB von St. Gallen-Altenrhein nach El Beriel (E) flogen, waren Mitglieder der Segel- und Motorfluggruppe Grenchen. Teilweise hatten sie ihre Ausbildung dort absolviert und mieteten bei der SMG Flugzeuge für private Flüge.

**1.18 Zusätzliche Angaben**

Keine.

**1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken****1.19.1 Rekonstruktionsflug**

Aufgrund von Fotografien, welche die Insassen der HB-PHB sowohl auf ihrem Flug am 2. Oktober 2005 als auch während des Unfallfluges aufgenommen hatten, konnte geschlossen werden, dass die Maschine beide Male den gleichen Flugweg zurück gelegt hatte. Da Radaraufzeichnungen oder Daten aus bordeigenen Aufzeichnungsgeräten fehlten und da auch die genaue Lage der Unfallstelle nicht bekannt war, konnte der Flugweg mit diesen Aufnahmen allein noch nicht rekonstruiert werden. Der Umstand, dass Pilot C, welcher am 2. Oktober 2005 das Flugzeug HB-PHB von Marrakech nach Ouarzazate geführt hatte, am 4. Oktober 2005 nicht an Bord war, erlaubte es, einen Rekonstruktionsflug durchzuführen. Kurz nach dem Unfall setzten im Atlasgebirge die üblichen Schneefälle ein und die resultierende Schneedecke verhinderte bis ins Frühjahr 2006 die Sichtung des Wracks aus der Luft. Nach der Ausaperung des Unfallgebietes konnte am 13. Mai 2006 zusammen mit dem Piloten C ein Rekonstruktionsflug von Marrakech aus unternommen werden. Dabei war es möglich, sowohl die Luftaufnahmen aus dem Flug vom 2. Oktober 2005 und als auch diejenigen aus dem Unfallflug dem Gelände zuzuordnen und den Flugweg der HB-PHB zu rekonstruieren.

Das Unfallgebiet wurde anfänglich auf einer Höhe von ungefähr 10 000 ft AMSL überflogen. Auf dieser Höhe herrschten in dem von Azgour nach Süden führenden Tal, das schliesslich in einer Biegung nach Osten gegen die Krete mit der Unfallstelle führt, problemlose Flugbedingungen. Insbesondere war jederzeit genügend Drehraum für eine Umkehrkurve vorhanden und es war nur relativ wenig Wind festzustellen. Turbulenzen waren nicht zu spüren. Bei einem tieferen Anflug der Krete, unterhalb welcher die HB-PHB mit dem Gelände kollidiert war, wurden hingegen starke Abwinde und Turbulenzen festgestellt, welche die Steuerung des Flugzeuges erschwerten und zu einem deutlichen Verlust an Höhe führten.

## 2 Analyse

### 2.1 Technische Aspekte

Die Untersuchungsleiter trafen am 17. Oktober 2005, 13 Tage nach dem Unfall, am Unfallort ein. Da zwischen dem Zeitpunkt des Unfalls und der Begutachtung des Wracks mehrere Tage verstrichen, sind in Bezug auf die bei den Untersuchungen gemachten Feststellungen gewisse Vorbehalte anzubringen. Trotz der starken Beschädigung des Wracks konnten verschiedene Elemente überprüft werden.

Es liegen keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel vor, die den Unfall hätten verursachen können.

### 2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Der Fluglehrer hatte bereits zwei Tage früher mit dem Piloten C zusammen den gleichen Flugweg gewählt. Wie die anlässlich dieses Fluges durch den als Passagier mitfliegenden Piloten D aufgenommenen Fotografien belegen, wählte die Besatzung am 2. Oktober 2005 eine Flughöhe von ungefähr 9000 ft AMSL, um die Bergflanke zu überqueren, an welcher das Flugzeug am 4. Oktober 2005 verunfallte.



**Abbildung 6:** Links: Luftaufnahme aus der HB-PHB vom 2. Oktober 2005, kurz nach dem Überflug der Krete an deren Nordflanke der Unfall am 4. Oktober 2005 geschah. Rechts: Das Geländemodell von *google earth* liefert eine kongruente Perspektive, wenn man es von der gleichen geografischen Position und einer Flughöhe von ungefähr 9000 ft AMSL aus betrachtet.

Da diese Krete an ihrer tiefsten Stelle eine Höhe von ungefähr 8600 ft AMSL aufweist, erfolgte der Einflug am 2. Oktober 2005 in das enge, gegen Osten ansteigende Tal mit einer verhältnismässig geringen Höhenreserve. Wie Pilot C nach dem Unfall berichtete, waren an diesem Tag weder Wind noch Turbulenzen spürbar und der Überflug der Krete war daher auf 9000 ft AMSL problemlos möglich.

Die durch den Fluglehrer am 4. Oktober 2005 um 07:08 UTC aufgenommenen Luftaufnahmen belegen, dass die Besatzung an diesem Tag eine Flughöhe wählte, die noch geringer war als beim ersten Flug zwei Tage zuvor. Eine Auswertung dieser Fotografien lässt den Schluss zu, dass sich die Maschine zu diesem Zeitpunkt auf ungefähr 8500 ft AMSL befand (vgl. Abbildung 7).



**Abbildung 7:** Links: Luftaufnahme aus der HB-PHB vom 4. Oktober 2005, kurz vor Einflug in das nach Osten verlaufende Tal, aufgenommen um 07:08 UTC. Rechts: Das Geländemodell von *google earth* liefert eine kongruente Perspektive, wenn man es von der gleichen geografischen Position und einer Flughöhe von ungefähr 8500 ft AMSL aus betrachtet.

Diese geringe Flughöhe beim Einflug in das enge Tal, dessen niedrigste Passübergänge eine Höhe von 8600 ft AMSL aufweisen, war aus folgenden Gründen nachteilig für den weiteren Flugverlauf:

- Sie machte ein Steigen zum Überflug der Krete notwendig, was aufgrund der schwer beladenen Maschine und der verhältnismässig grossen Dichtehöhe von ungefähr 10 000 ft zu diesem Zeitpunkt schon schwierig gewesen sein dürfte.
- Auf dieser geringen Höhe bietet das enge Tal nicht mehr den Platz für eine Umkehrkurve, falls die Steigleistung zum Überflug der Krete nicht ausreicht.
- Wie der Rekonstruktionsflug gezeigt hat, führen allfällig vorhandene Winde aus südlicher Richtung im Unfallgebiet bei Flughöhen unter 10 000 ft AMSL zu starken Abwinden und Turbulenzen, die das Überfliegen der Bergkette nach Südosten zusätzlich erschweren können.

Diese Faktoren führten schliesslich einzeln oder im Verbund dazu, dass das Flugzeug ungefähr 100 ft unter der südlichen Krete mit dem Gelände kollidierte. Wie die Spuren am Flugzeugwrack zeigen, befand sich das Flugzeug dabei wahrscheinlich in einer Linkskurve. Ob die Besatzung kurz vor dem Kontakt mit dem Gelände eine Notlandung versuchte, muss offen bleiben. Aufgrund der grossen Hangneigung und der Struktur des Geländes ist eine solche allerdings kaum durchführbar.

Es ist anzumerken, dass im Unfallgebiet weder Baumbewuchs noch Gebäude oder sonstige Einrichtungen bekannter Grösse vorhanden sind, was ein Abschätzen der Höhe über Grund erschwert. Auch konnte nicht mit Sicherheit rekonstruiert werden, welches Kartenmaterial die Besatzung verwendet hat. Tatsache ist aber, dass auf allen bekannten Karten des Unfallgebiets die Höhe der Krete, mit der das Flugzeug kollidierte, nur ungenau bestimmt werden kann. Aus diesem Grund ist es denkbar, dass sich die Besatzung bezüglich der notwendigen Flughöhe verschätzte. Weiter ist anzumerken, dass das Flugzeug sich in der letzten Phase vor dem Aufprall ziemlich direkt gegen die immer noch tief über dem Gelände liegende Sonne bewegte. Dieser Umstand dürfte die Beurteilung der Situation weiter erschwert haben.

### 3 Schlussfolgerungen

#### 3.1 Befunde

##### 3.1.1 Technische Aspekte

- Das Flugzeug war zum Verkehr nach Sichtflugregeln (VFR) zugelassen.
- Masse und Schwerpunkt des Flugzeuges befanden sich sowohl beim Start als auch zum Zeitpunkt des Unfalls innerhalb der zulässigen Grenzen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für technische Mängel, die den Unfall hätten begünstigen oder verursachen können. Es gab keine Anhaltspunkte für vorbestandene Mängel.
- Das Flugzeug war mit einem Notsender ausgerüstet, der durch den Unfall ausgelöst wurde.
- Die Untersuchung ergab, dass das Triebwerk bei der Kollision des Flugzeuges mit dem Gelände Leistung abgegeben hat.

##### 3.1.2 Besatzung

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

##### 3.1.3 Flugverlauf

- Am 2. Oktober 2005 führte der Fluglehrer mit einem anderen Piloten einen Flug von Marrakech nach Ouarzazate aus.
- Am 4. Oktober 2005 wählte die Besatzung den gleichen Flugweg, um von Marrakech nach Ouarzazate zu gelangen.
- Südlich der Ortschaft Azgour flog das Flugzeug HB-PHB auf einer Flughöhe von ungefähr 8500 ft AMSL in ein enges, gegen Osten gekrümmtes Tal ein, dessen tiefster Übergang gegen Südosten eine Höhe von 8600 ft AMSL aufwies.
- Das Flugzeug kollidierte auf einer Höhe von 8500 ft AMSL mit dem Gelände.
- Nach dem Aufprall brach kein Feuer aus.

##### 3.1.4 Rahmenbedingungen

- Die Wetterbedingungen in Bezug auf Sicht und Wolken waren gut. Allerdings herrschten im Unfallgebiet besondere Windverhältnisse.
- Anlässlich eines Rekonstruktionsfluges wurde festgestellt, dass im Unfallgebiet bei Wind aus südlichen Richtungen unterhalb von 10 000 ft AMSL starke Abwinde und Turbulenzen auftreten.
- Auf allen bekannten Karten des Unfallgebiets kann die Höhe der Krete, mit der das Flugzeug kollidierte, nur ungenau bestimmt werden.



### 3.2 Ursachen

Der Unfall ist auf eine Kollision mit dem Gelände zurückzuführen, weil die Besatzung in einem engen Tal eine Flughöhe wählte, die bei den herrschenden Wetterbedingungen weder eine Umkehrkurve noch ein sicheres Überqueren des niedrigsten Bergkammes erlaubte.

Die folgenden Faktoren haben die Entstehung des Unfalles möglicherweise begünstigt:

- Die Besatzung war mit den Eigenheiten des Hohen Atlas nicht vertraut.
- Die Leistungsfähigkeit des Flugzeuges war durch hohe Masse und grosse Dichtehöhe eingeschränkt.
- Die Beurteilung des Flugweges gegenüber dem Gelände war durch die tiefstehende Sonne erschwert.

Payerne, 26. März 2009

Büro für Flugunfalluntersuchungen

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen des BFU über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten Unfalls.

Gemäss Art. 3.1 der 9. Ausgabe des Anhanges 13, gültig ab 1. November 2001, 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 künftiger Unfälle oder schwerer Vorfälle. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

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