Bundesstelle für
Flugunfalluntersuchung

Untersuchungsbericht

Identifikation

Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	26. September 2015
Ort:	Hagen (OT Sandstedt)
Luftfahrzeuge:	1. Flugzeug
	2. Flugzeug
Hersteller / Muster:	1. Piper Aircraft Corporation/ PA-28-161
	2. Reims Aviation / Cessna F 172M
Personenschaden:	1. keiner
	2. Pilot und beide Fluggäste tödlich verletzt
Sachschaden:	1. Luftfahrzeug schwer beschädigt
	2. Luftfahrzeug zerstört
Drittschaden:	Flurschaden
Aktenzeichen:	BFU 15-1341-3X

Sachverhalt

Um 13:38:08 Uhr[1] kam es zur Kollision zwischen einer nach Sichtflugregeln (VFR) fliegenden Reims Cessna F 172M (Cessna) und einer ebenfalls nach VFR fliegenden Piper PA 28 – 161 (Piper). Die Piper konnte auf dem Flughafen Bremerhaven notlanden. Die Cessna stürzte ab.

Ereignisse und Flugverlauf

Die Cessna war auf einem Flug vom Flugplatz Rotenburg (Wümme) zum Flugplatz Juist. An Bord waren neben dem verantwortlichen Piloten zwei Passagiere.

Die Piper war auf einem Flug vom Verkehrsflughafen Bremen zum Flughafen Bremerhaven. An Bord war nur der verantwortliche Pilot.

Um 13:36:53 Uhr flog die Cessna mit einem Kurs von ca. 295° über Grund in einer dokumentierten Flughöhe von 2 300 ft AMSL[2] und die Piper mit einem Kurs von ca. 005° in einer Flughöhe von 2 100 ft AMSL. Die beiden Luftfahrzeuge waren zu diesem Zeitpunkt ca. 3,1 nautische Meilen (NM) voneinander entfernt. Den Radardaten ist zu entnehmen, dass die Piper ca. zehn Sekunden später eine Rechtskurve einleitete. Der verantwortliche Pilot der Piper gab an, dass er zuvor auf der Piste 27 des Verkehrsflughafens Bremen gestartet war und dann der rechten Flussseite der Weser auf einem nördlichen Kurs gefolgt sei. Um direkt von Süden auf den Flugplatz Bremerhaven zuzufliegen und frei vom Flugbeschränkungsgebiet ED-R 41 (Kernkraftwerk Unterweser) zu bleiben, habe er die Rechtskurve eingeleitet. Die Cessna flog in unveränderter Richtung und Höhe weiter.

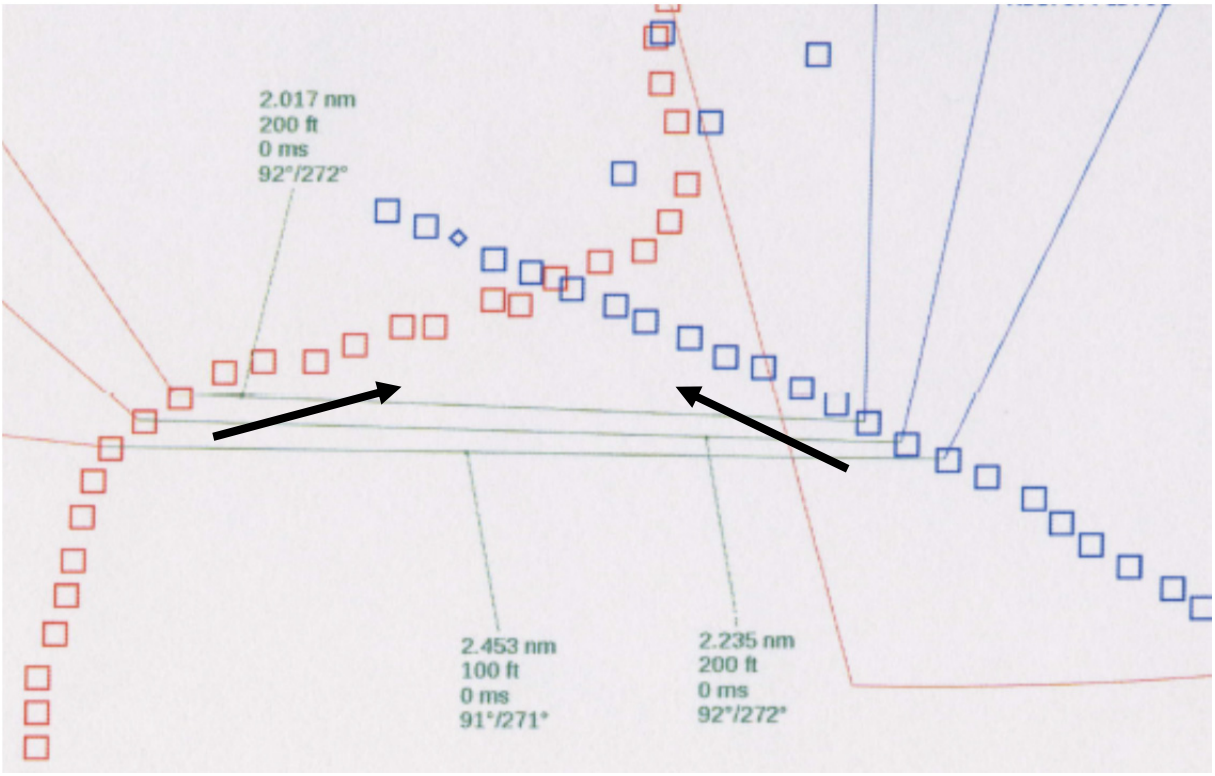
Um 13:37:29 Uhr flog die Piper mit einem Kurs von ca. 077° über Grund in einer Flughöhe von 2 100 ft AMSL und die Cessna unverändert mit einem Kurs von ca. 295° in 2 300 ft AMSL. Die beiden Luftfahrzeuge waren zu diesem Zeitpunkt ca. 1,2 NM voneinander entfernt. Im weiteren Verlauf flogen die beiden Luftfahrzeuge gemäß Radardaten mit gleichbleibenden Kursen in unveränderten Höhen weiter.

Der Pilot der Piper gab an, dass er das andere Luftfahrzeug ca. ein bis zwei Sekunden vor der Kollision in seiner 1- bis 2-Uhr-Position, leicht unterhalb gesichtet und so-

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

[2] Die angegeben Flughöhen beziehen sich auf die von den Transpondern abgestrahlten Daten, korrigiert auf den lokalen Luftdruck (QNH)

fort einen extremen Steigflug und eine starke Linkskurve eingeleitet habe. Das andere Luftfahrzeug habe einen Sinkflug eingeleitet.



Flugwege Quelle: Flugsicherungsorganisation

Piper: rot, Cessna: blau

Es kam zur Kollision in deren Folge die Cessna abstürzte. Die Piper konnte auf dem Flughafen Bremerhaven notgelandet werden.

Angaben zu Personen

Besatzung PA-28-161

Der 40-jährige Pilot war im Besitz einer Lizenz für Privatpiloten PPL(A)), ausgestellt nach den Regelungen JAR-FCL deutsch durch den Senator für Wirtschaft und Häfen des Landes Bremen, gültig bis zum 09.11.2015. Er hatte eine Flugerfahrung von mehr als 210 Stunden.

Sein letzter Übungsflug fand am 08.03.2015 statt und war laut Eintragung des Prüfers bis zum 31.10.2015 gültig.

Er verfügte über ein flugmedizinisches Tauglichkeitszeugnis der Klasse 2 ohne Einschränkungen mit einer Gültigkeit bis zum 02.07.2017.

Besatzung Cessna F 172M

Der 59-jährige Pilot war im Besitz einer Lizenz für Privatpiloten PPL(A)), ausgestellt nach den Regelungen JAR-FCL deutsch durch die Bezirksregierung Münster, gültig bis zum 19.02.2018. Weiterhin verfügte er über eine Fluglehrerberechtigung, gültig bis zum 05.03.2016. Er hatte eine Flugerfahrung von mehr als 2 670 Stunden.

Sein letzter Übungsflug fand am 19.02.2015 statt und war laut Eintragung des Prüfers bis zum 31.03.2017 gültig.

Er verfügte über ein flugmedizinisches Tauglichkeitszeugnis der Klasse 2 mit der Einschränkung VML und einer Gültigkeit bis zum 05.03.2016.

Angaben zu den Luftfahrzeugen

PA-28-161

Bei dem Flugzeugmuster handelt es sich um einen mit einem Kolbentriebwerk ausgestatteten Tiefdecker. Das betroffene Flugzeug war in Deutschland zum Verkehr zugelassen und wurde von einem deutschen Luftsportverein betrieben.

Es hatte eine dokumentierte Betriebszeit von 7 403:25 Stunden. Die letzte Jahresnachprüfung fand am 23.01.2015 statt.

Cessna F 172M

Bei dem Flugzeugmuster handelt es sich um einen mit einem Kolbentriebwerk ausgestatteten Schulterdecker. Das betroffene Flugzeug war in Deutschland zum Verkehr zugelassen und wurde von einer deutschen Flugschule betrieben.

Es hatte eine dokumentierte Betriebszeit von 7 041:16 Stunden. Die letzte Jahresnachprüfung fand am 16.12.2014 statt.

Meteorologische Informationen

Der Flugplatz Bremerhaven meldete in der Routinewettermeldung (METAR) von 13:20 Uhr folgende Bedingungen:

- Wind: 340°, 10 Knoten (310V010)
- Bodensicht: mehr als zehn Kilometer
- geringe Bewölkung mit einer Untergrenze von 2 200 ft über dem Boden
- durchbrochene Bewölkung mit einer Untergrenze von 6 000 ft über dem Boden

Der Pilot der Piper gab an, dass östlich seines Flugweges (Flugrichtung Nord), ein Regengebiet aufgezogen sei, dessen Wolkenuntergrenze bei ca. 2 500 ft gelegen habe. Ansonsten wären Cumuluswolken mit einem Bewölkungsgrad von drei bis fünf Achteln und einer Untergrenze von 3 500 ft bis 4 500 ft vorherrschend gewesen.

Die Sonne stand zum Unfallzeitpunkt im Süden.

Funkverkehr

Beide Luftfahrzeuge standen nicht in Funkkontakt zum Fluginformationsdienst Bremen. Zum Zeitpunkt der Kollision hörte der Pilot der Piper den Funkverkehr von Bremerhaven Info (129.050 MHz) mit.

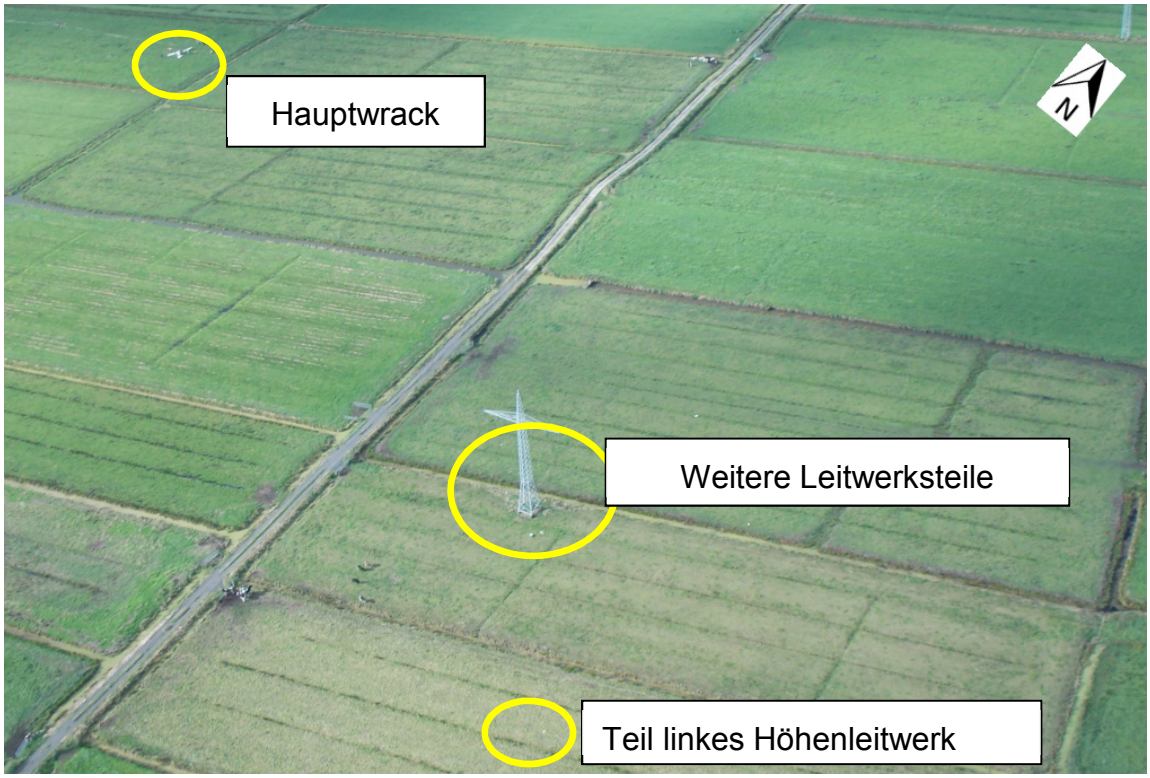
Navigationshilfen

Die Radardaten der Flugsicherungsorganisation standen für die Untersuchung des Unfalls zur Verfügung. Die dokumentierten Flughöhen beziehen sich auf die von den Transpondern abgestrahlten Daten, korrigiert auf den lokalen Luftdruck (QNH). Gemäß dieser Daten flog die Piper bis zur Kollision in einer Flughöhe von 2 100 ft AMSL und die Cessna in einer Flughöhe von 2 300 ft AMSL.

Unfallstelle und Feststellungen an den Luftfahrzeugen

Die Kollision der beiden Luftfahrzeuge ereignete sich laut der Radardaten ca. 350 Meter ost-südöstlich der Position des Hauptwracks der Cessna. Das Hauptwrack lag auf einer Wiese, südlich der Ortschaft Hagen (OT Sandstedt).

Das am weitesten vom Hauptwrack entfernte Teil der Cessna (Teil des linken Höhenleitwerks) befand sich ca. 150 Meter südlich der Kollisionsposition und ca. 430 Meter südöstlich des Hauptwracks.



Luftaufnahme der Unfallstelle Quelle: Polizei

Leitwerk der C172 Foto: BFU

Die Wurzel der rechten Tragfläche der Piper war an der Vorderkante, in der ein Teil des Seitenleitwerks der Cessna steckte, stark deformiert. Das rechte Hauptfahrwerk der Piper wies Farb- und Materialspuren des linken Höhenleitwerks der Cessna auf.

Rechte Tragfläche der PA 28 Foto: BFU

Rechtes Hauptfahrwerk der PA 28 Foto: BFU

Angaben zum Luftraum

Der Unfall ereignete sich im Luftraum der Klasse E. Hierbei handelt es sich um einen kontrollierten Luftraum in dem sowohl Flüge nach Instrumentenflugregeln (IFR) als auch Flüge nach Sichtflugregeln (VFR) stattfinden. VFR-Flüge erhalten, soweit möglich, Verkehrsinformationen.

Für VFR-Flüge gelten außerdem folgende Bedingungen: 5 km Flugsicht bis FL 100, Abstand zu den Wolken 1,5 km horizontal und 1 000 ft vertikal. Oberhalb von 5 000 ft AMSL besteht für motorgetriebene Luftfahrzeuge Transponderpflicht.

Zusätzliche Informationen

Prinzip „See and Avoid“

Das Projekt „Erkennbarkeit von Segelflugzeugen und kleinen motorisierten Luftfahrzeugen“ (BEKLAS, 2004) im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen hat sich ausführlich mit der Problematik des Erkennens von Segelflugzeugen und kleinen motorgetriebenen Luftfahrzeugen auseinandergesetzt. Im Abschlussbericht dieses Projektes heißt es:

„Der Luftverkehr basiert auf dem Grundprinzip des „See and Avoid“, […]. Obwohl es aus den Anfangstagen der Fliegerei stammt, hat dieses Konzept bis heute Gültigkeit. Wie der Name schon besagt, ist es lebenswichtig, anderen Verkehr zu sehen und von anderem Verkehr gesehen zu werden, um Kollisionen vorzubeugen. Kernelement hier ist also die Fähigkeit des Piloten, andere Flugzeuge aufzufassen, Kurs und Geschwindigkeit abzuschätzen und daraus dann die für die Situation richtige Aktion abzuleiten.“

„Beobachtet man im Flug ein anderes fliegendes Objekt, so bewegt es sich normalerweise gegenüber dem Vordergrund (z.B. Instrumente, Streben etc.). Abhängig vom Winkel der beiden Kurspfade gibt es aber auch ein bestimmtes Geschwindigkeitsverhältnis, bei dem diese Bewegung nicht mehr wahrnehmbar ist und das beobachtete Objekt seine Position relativ zum Vordergrund nicht mehr ändert. Dieser Effekt wird als stehende Peilung bezeichnet.“ (BEKLAS, 2004)

Im untersuchten Fall änderte sich die Peilung zwischen den beiden Flugzeugen ab einer Entfernung von ca. zwei nautischen Meilen bis zu Kollision nicht mehr.

Die BEKLAS-Studie stellte weiterhin fest, *dass die Sichtbarkeit von Flugzeugen im Luftraum überwiegend schlecht ist. Von allen Sichtbarkeiten von Flugzeugen ist diejenige am schlechtesten, die sich auf einem direkten, frontalen Kollisionskurs ergibt. Die Erwartungshaltung ist derjenige Faktor, der die Wahrnehmbarkeit wesentlich verbessern kann.*

Auflösungsvermögen des Auges

In dem BEKLAS-Abschlussbericht wird das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges folgendermaßen hergeleitet:

„Das menschliche Auge besteht aus einem zusammengesetzten Linsensystem, bei dem mehrere brechende Medien hintereinander geschaltet sind. Hornhaut, Kam-

merwasser, Linse und Glaskörper bilden als dioptrischer Apparat dieses Linsensystem und gewährleisten eine scharfe Abbildung von parallel einfallenden Lichtstrahlen auf der Netzhaut. Dabei trägt die Hornhaut mit 43 Dioptrien den größten Teil an der Gesamtbrechkraft von 58,8 Dioptrien des dioptrischen Apparates bei. Die normale Länge des Augapfels beträgt 24,3 mm. Die Bildkonstruktion aus achsenparallelen Lichtstrahlen und dem senkrecht auf die Hornhaut treffenden Zentralstrahl ergibt über das zusammengesetzte Linsensystem des Auges durch den 17 mm vor der Netzhaut liegenden Knotenpunkt ein umgekehrtes, verkleinertes, reelles Bild der Umwelt auf der Netzhaut. Ein Objekt von 18 cm Größe, aus einem Abstand von einem Meter betrachtet, ergibt nach dem Strahlensatz ein umgekehrtes Bild von 3,06 mm auf der Netzhaut (180 mm / 1000 mm = B / 17 mm). Dies entspricht einem Sehwinkel von 10°. Ein Sehwinkel von 1° entspricht dann ca. 0,3 mm auf der Netzhaut. Die Netzhaut des menschlichen Auges ist mit ca. 130 Millionen lichtempfindlichen Rezeptoren besetzt. Davon sind 7 Millionen Zapfenrezeptoren, die überwiegend an der Stelle des schärfsten Sehens in der 0,2 mm Durchmesser messenden „Fovea centralis“ konzentriert sind und das farbige Sehen vermitteln. Die restlichen ca. 123 Millionen Stäbchenrezeptoren, deren Konzentration von der Fovea centralis zur Peripherie der Netzhaut nur wenig abnehmen, vermitteln das Hell- /Dunkel-Sehen, sowie Bewegungsreize. Das Auflösungsvermögen der Netzhaut wird gemäß der üblichen Lehrmeinung folgendermaßen dargestellt:

Das retinale Auflösungsvermögen der Netzhaut von 1 Winkelminute (entspricht 1/60 Grad) entspricht der Trennung von zwei Punkten im Abstand von 5 µm auf der Netzhaut. Der minimale Abstand der Zapfen in der Fovea centralis beträgt 2,4 – 2,6 µm. Demnach können dort 2 Punkte als getrennt wahrgenommen werden, wenn sie 2 Zapfen erregen, zwischen denen ein weiterer Zapfen liegt. Danach liegt bei optimalen Voraussetzungen im optischen Apparat eines Piloten (Visus 1.0) die Auflösungsgrenze für Objekte in 1 km Entfernung bei 0,294 m Objektgröße (Objektgröße / 1.000.000 mm = 0,005 mm / 17 mm).“

Aufgrund des Annäherungswinkels von ca. 140° vor der Kollision betrug die sichtbare Rumpflänge der Cessna ca. 3,40 Meter und die der Piper ca. 2,30 Meter.

Bezugnehmend auf das oben hergeleitete Auflösungsvermögen des Auges ist es in der beschriebenen Situation ausgeschlossen, dass die Cessna für die Insassen der Piper in einer Entfernung von mehr als 6,2 NM und die Piper für die Insassen der Cessna in einer Entfernung von mehr als 4,2 NM sichtbar war.

Visuelle Wahrnehmbarkeit

Für die Erkennbarkeit eines Objektes ist dessen scheinbare Objektgröße maßgebend. In bisherigen Untersuchungen der BFU wird zur Ermittlung dieses Wertes die sichtbare Rumpflänge beziehungsweise die Spannweite des jeweiligen Luftfahrzeuges herangezogen. Ausgehend von diesen Werten und der Entfernung zum Objekt wird dessen scheinbare Größe (in Milliradiand (mrad)) errechnet.

1 mrad entspricht einer Länge von 1 Millimeter auf einer fiktiven Windschutzscheibe, die 1 Meter vom Auge des beobachtenden Luftfahrzeugführers entfernt ist.

Als Grenzwert für ein Auffassen des Zieles wird eine scheinbare Objektgröße von 2 mrad angesehen. Die scheinbare Objektgröße wächst im Verlauf der Annäherung in Form einer Exponentialfunktion an, d.h. das Objekt bleibt für einen längeren Zeitraum sehr klein und „blüht“ dann wenige Sekunden vor der Kollision auf (Blossom-Effekt).

Für die untersuchte Kollision bedeutet dies folgendes:

Die Cessna hatte für den Piloten der Piper eine sichtbare Rumpflänge von ca. 3,40 Meter. Eine scheinbare Größe von 2 mrad hatte sie somit bei einer Entfernung von ca. 0,9 NM.

Die Piper hatte für den Piloten der Cessna eine sichtbare Rumpflänge von ca. 2,30 Meter. Eine scheinbare Größe von 2 mrad hatte sie somit bei einer Entfernung von ca. 0,6 NM.

Somit war die Cessna für den Piloten der Piper frühestens ca. 18 Sekunden vor der Kollision sichtbar. Die Piper wiederum war für den Piloten der Cessna frühestens ca. 12 Sekunden vor der Kollision sichtbar.

Einschränkende Faktoren der visuellen Wahrnehmung

Die Erkennbarkeit von Luftfahrzeugen kann durch verschiedene Faktoren negativ beeinflusst werden. Dies sind zum Beispiel:

- Helligkeit
- Kontrast
- Sichtweiten
- Blendung oder
- Einschränkung des Sichtbereiches durch die Flugzeugstruktur (siehe nachfolgende Fotos)

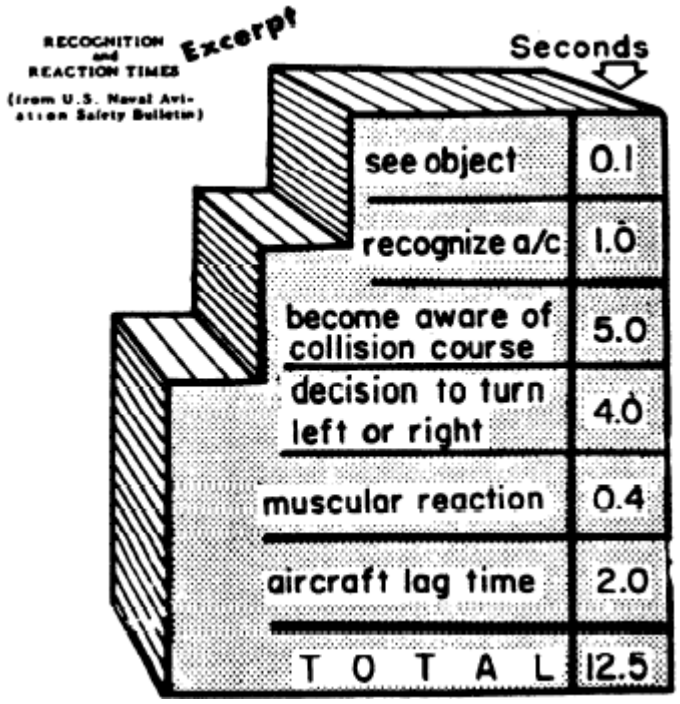
Ein weiterer Faktor, der bei Luftfahrzeugen auf Kollisionskurs immer von Bedeutung ist, ist die sogenannte „Stehende Peilung“. Wenn sich zwei Luftfahrzeuge auf Kollisionskurs befinden, bewegen sie sich zueinander scheinbar nicht. Durch den fehlenden Bewegungsreiz wird die Wahrnehmung erschwert.

Blick vom Pilotensitz der verunfallten PA28 nach vorne. Quelle: BFU

Blick vom Pilotensitz einer C172 nach vorne links (nicht Unfallflugzeug) Quelle: BFU

Wahrnehmung und Reaktion

Beide Luftfahrzeuge befanden sich im Reiseflug. Gemäß den Radaraufzeichnungen betrug die Annäherungsgeschwindigkeit während sich die beiden Luftfahrzeuge auf Kollisionskurs befanden (ca. 2 NM bzw. 40 Sekunden vor der Kollision) ca. 180 Knoten. Gemäß verschiedener Veröffentlichungen wie z.B. FAA Advisory Circular 90-48C beträgt die Zeit vom Sehen eines Objektes bis zur Ausweichbewegung 12,5 Sekunden.



Wahrnehmungs- und Reaktionszeiten Quelle: Federal Aviation Administration

Ausweichregeln

Am Tag des Unfalls waren die Ausweichregeln der Luftverkehrsordnung § 13 gültig:

(1) Luftfahrzeuge, die sich im Gegenflug einander nähern, haben, wenn die Gefahr eines Zusammenstoßes besteht, nach rechts auszuweichen.

(2) Kreuzen sich die Flugrichtungen zweier Luftfahrzeuge in nahezu gleicher Höhe, so hat das Luftfahrzeug, das von links kommt, auszuweichen. […]

(3) Überholt ein Luftfahrzeug ein anderes, so hat das überholende Luftfahrzeug, auch wenn es steigt oder sinkt, den Flugweg des anderen zu meiden und seinen Kurs nach rechts zu ändern. Ein Luftfahrzeug überholt ein anderes, wenn es sich dem anderen von rückwärts in einer Flugrichtung nähert, die einen Winkel von weniger als 70 Grad zu der Flugrichtung des anderen bildet. [...]

Fluginformationsdienst

Die Deutsche Flugsicherung GmbH stellt für das Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland Fluginformationsdienst (FIS) zur Verfügung. In dem Gebiet, in welchem sich der Unfall ereignete, wird dieser Dienst auf der Frequenz von BremenInformation (125.100 MHz) bereitgestellt.

Die Betriebsanweisung Flugverkehrsdienste (BA-FVD) definiert die Aufgabe des FIS wie folgt: „*Ein Dienst, dessen Aufgabe es ist, Hinweise und Informationen für die sichere und effiziente Durchführung von Flügen zu erteilen.*“

Im Rahmen seiner Aufgaben ist der FIS für die Bereitstellung von Informationen über Kollisionsgefahren für Luftfahrzeuge, die in Lufträumen der Klassen C, D, E, F und G betrieben werden, zuständig.

Die beteiligten Luftfahrzeuge befanden sich nicht auf der Frequenz von Bremen Information.

Kollisionswarngeräte

Für die Allgemeine Luftfahrt werden verschiedene Kollisionswarnsysteme angeboten. Wie auch FIS können diese Geräte den Piloten durch Nutzung verschiedener Quellen (ADS-B, Mode-S, FLARM,…) dabei unterstützen, mögliche Kollisionsgefahren mit anderen Luftfahrzeugen frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig adäquate Ausweichmanöver einzuleiten. Auch diese Systeme können nur zur Unterstützung des Verfahrens „See and avoid“ und somit zur Kollisionsvermeidung beitragen, wenn das jeweils andere Luftfahrzeug entsprechende Informationen aussendet.

In den beteiligten Luftfahrzeugen wurden derartige Systeme am Unfalltag nicht verwendet.

Beurteilung

Die beteiligten Piloten verfügten über gültige Lizenzen und flugmedizinische Tauglichkeitszeugnisse. Bei der Untersuchung der beiden Luftfahrzeuge ergaben sich keine Hinweise auf technische Mängel. Es ergaben sich keine Hinweise, dass die jeweilige Flugerfahrung der Piloten als ursächlich für die Kollision anzusehen ist.

Die Schäden an den beiden Luftfahrzeugen dokumentieren, dass das Seitenleitwerk der Cessna mit der Wurzel der rechten Tragfläche der Piper und das linke Höhenleitwerk der Cessna mit dem rechten Hauptfahrwerk der Piper kollidierten. Infolge der Kollision wurden das linke Höhen- und das Seitenleitwerk der Cessna nahezu vollständig abgetrennt. Es fanden sich keine Spuren, die einen Kontakt zwischen dem Rumpf der Cessna und dem linken Hauptfahrwerk der Piper belegen würden. Somit kann davon ausgegangen werden, dass (bezogen auf die Rumpfmittellinien) die Piper ca. einen Meter höher flog als die Cessna. Eine Querneigung der Piper nach links ist aufgrund der Spuren nicht plausibel. Dies steht im Widerspruch zur Aussage

des Piloten der Piper, dass er nach links ausgewichen sei. Die Radarspur belegt jedoch, dass die Piper nach dem Zusammenstoß eine Linkskurve geflogen ist. Es ist aus Sicht er BFU wahrscheinlich, dass in diesem Punkt die Erinnerung des Piloten vom tatsächlichen Flugverlauf abweicht.

Die Sonne stand zum Unfallzeitpunkt im Süden. Von einer direkten Blendung der Piloten ist nicht auszugehen. Ob die Sicht durch andere wetterbedingte Faktoren eingeschränkt wurde, konnte nicht abschließend geklärt werden.

Cockpitbedingte Sichteinschränkungen

Bis zur Kollision befand sich die Cessna laut den Radaraufzeichnungen ca. 18 Grad rechts der anhand der Radarspur ermittelten Flugrichtung der Piper. Es ist nicht auszuschließen, dass die Verstrebung in der Mitte der Scheibe und der daran befestigte Kompass die Sicht auf die Cessna behindert haben. Dadurch, dass beide Flugzeuge in der gleichen Höhe flogen, ist ebenfalls nicht auszuschließen, dass die Cessna auch durch die Instrumententafel verdeckt wurde.

In Bezug zur anhand der Radarspur ermittelten Flugrichtung der Cessna befand sich die Piper bis zur Kollision ca. 25 Grad auf der linken Seite. Aufgrund der gleichen Flughöhen ist nicht auszuschließen, dass auch hier die Armaturentafel sichteinschränkend gewirkt hat.

Wahrnehmung und Reaktion

Unter optimalen Bedingungen hätte der Pilot der Piper die Cessna theoretisch ca. 18 Sekunden vor der Kollision sehen können. Es bestand also ein theoretisches Zeitfenster von ca. 5,5 Sekunden (18 Sekunden abzüglich Wahrnehmungs- und Reaktionszeit), in dem der Pilot die Cessna hätte erkennen und ein zielführendes Ausweichmanöver einleiten können. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Pilot gerade in dem Zeitfenster von nur 5,5 Sekunden eine Luftraumüberwachung in dem richtigen Sektor durchführt geht gegen Null.

Der Pilot der Cessna hatte theoretisch erst 12 Sekunden vor der Kollision die Möglichkeit die Piper zu sehen und somit keine Chance, eine rechtzeitige Ausweichbewegung einzuleiten, da für das Einleiten eines Ausweichmanövers in der Regel über 12 Sekunden benötigt werden.

Wie bereits im Abschnitt „Visuelle Wahrnehmbarkeit“ beschrieben, beziehen sich diese theoretischen Werte auf die sichtbaren Rumpflängen. Die sichtbare Rumpfhöhe ist in den meisten Fällen jedoch erheblich kleiner. Es stellt sich somit die Frage,

ob nicht der geringere Wert als maßgeblich für die Berechnung der theoretischen Erkennbarkeit herangezogen werden müsste. Wenn man von einer sichtbaren Rumpfhöhe von ca. 1 bis 1,50 Meter ausgeht, wären die beiden Flugzeuge erst bei ca. 0,27 bis 0,4 NM, also 5 bis 8 Sekunden vor der Kollision, für den jeweils anderen Piloten sichtbar gewesen.

Aus Sicht der BFU hatte weder der Pilot der Piper, noch der Pilot der Cessna, allein basierend auf dem Prinzip „See and avoid“ die Möglichkeit, die Kollision zu verhindern.

Inanspruchnahme von FIS und Nutzung von Kollisionswarngeräten

Befindet sich ein Luftfahrzeug auf einer FIS-Frequenz, kann der Luftfahrzeugführer mittels Verkehrsinformationen über mögliche Kollisionsgefahren informiert werden. Das Verfahren „See and avoid“ kann durch die Inanspruchnahme von FIS unterstützt werden. Damit FIS effektiv zur Kollisionsvermeidung beitragen kann, ist es notwendig, dass alle Luftraumnutzer ein Transpondersignal abstrahlen. Luftfahrzeuge ohne Transponderabstrahlung können von FIS generell nicht erkannt werden. Eine entsprechende Verkehrsinformation zur Kollisionsvermeidung ist somit nicht möglich.

Da die beteiligten Personen weder FIS nutzten, noch Kollisionswarngeräte Verwendung fanden waren Sie ausschließlich auf ihre Augen angewiesen. Eine rechtzeitige Verkehrsinformation seitens FIS oder eine Warnung eines Kollisionswarngerätes hätte die Aufmerksamkeit der Piloten auf den Konfliktverkehr lenken und somit die Möglichkeit für ein rechtzeitiges Erkennen und eine frühzeitigere Entscheidung über etwaige Ausweichbewegungen schaffen können. Die Entscheidung hätte auch durch eine entsprechende Ausweichempfehlung seitens FIS unterstützt werden können.

Ausweichregeln

Bis zu welchem Winkel sich zwei Flugzeuge entgegenkommen und ab welchem Winkel man von einer Kreuzung der Flugwege sprechen kann, war in den zum Unfallzeitpunkt geltenden Vorschriften nicht definiert.

Auch in den nachfolgend in Kraft getretenen Regeln, bleibt dieser Punkt offen.

Wenn man die Angaben für das Überholen auf das Entgegenkommen überträgt, bedeutet dies, dass ein Kreuzen nur in einem Winkel zwischen 70° und 110° zur Flugrichtung des jeweils anderen Luftfahrzeuges stattfindet und bei Winkeln über 110° die Regeln für die Annäherung im Gegenflug anzuwenden sind.

Somit hätten beide Luftfahrzeuge nach rechts ausweichen müssen. Da jedoch bereits dargelegt wurde, dass die beteiligten Piloten die Kollisionsgefahr nicht rechtzeitig erkennen konnten, stellt sich diese Frage nicht.

Schlussfolgerungen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass die Piloten die Annäherung der beiden Luftfahrzeuge nicht rechtzeitig erkennen konnten. Entscheidend hierfür war, dass sich die Luftfahrzeuge in einem spitzen Winkel aufeinander zu bewegten, somit die sichtbaren Silhouetten klein und die Annäherungsgeschwindigkeit hoch waren.

Der Unfall hätte wahrscheinlich vermieden werden können, wenn die beteiligten Piloten FIS in Anspruch genommen hätten und / oder Kollisionswarngeräte verwendet worden wären.

Untersuchungsführer:	Blanke
Untersuchung vor Ort:	Blanke, Jäkel, Maser, Tank
Mitwirkung:	Jäkel, Maser

Braunschweig den: 02.03.2017

Die Untersuchung wurde in Übereinstimmung mit 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 dem Gesetz über die Untersuchung von Unfällen und Störungen beim Betrieb ziviler Luftfahrzeuge (Flugunfall-Untersuchungs-Gesetz - FlUUG) vom 26. August 1998 durchgeführt.

Danach ist das alleinige Ziel der Untersuchung die Verhütung künftiger Unfälle und Störungen. Die Untersuchung dient nicht der Feststellung des Verschuldens, der Haftung oder von Ansprüchen.

Herausgeber

Bundesstelle für
Flugunfalluntersuchung
Hermann-Blenk-Str. 16

38108 Braunschweig

Telefon 0 531 35 48 - 0
Telefax 0 531 35 48 - 246

Mail box@bfu-web.de
Internet www.bfu-web.de