

Untersuchungsbericht

3X124-1-2/05
Mai 2006

Identifikation

Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	04. August 2005
Ort:	Kurtschau
Luftfahrzeug:	1. Motorsegler 2. Segelflugzeug
Hersteller / Muster:	1. Schempp / Ventus CT 2. PZL - Bielsko / SZD 48-3
Personenschaden:	1. Luftfahrzeugführer schwer verletzt 2. Luftfahrzeugführer leicht verletzt
Sachschaden:	Luftfahrzeuge zerstört
Drittschaden:	geringer Flurschaden
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU

der Ventus in Richtung Süden und der Jantar in Richtung Norden. Beide Luftfahrzeuge kollidierten um 13:57:40 Uhr auf Gegenkurs frontal. Die Piloten entschlossen sich zum Notabsprung. Nach Abwurf der Kabinenhaube konnte der Segelflugzeugführer aus dem Jantar sein Segelflugzeug verlassen und landete am Rettungsfallschirm mit leichten Verletzungen. Der Luftfahrzeugführer im Ventus verließ das stark rotierende Luftfahrzeug durch die zerstörte Verglasung der Cockpithaube. Beim Notabsprung verletzte sich der Luftfahrzeugführer schwer.

Angaben zu Personen

Der 67-jährige Pilot und Eigentümer des Segelflugzeuges Jantar war seit Mai 1991 im Besitz eines Luftfahrerscheins. Zum Unfallzeitpunkt besaß er eine Flugerfahrung von 2008 Flugstunden, davon 900 auf dem Muster.

Sachverhalt

Ereignisse und Flugverlauf

Bei einem Segelflugwettbewerb am Flugplatz Greiz-Obergrochlitz starteten im Flugzeugschlepp der Ventus CT (Ventus) um 13:17 Uhr¹ und der SZD 48-3 (Jantar) um 13:34 Uhr zum Streckenflug. In der Nähe des Flugplatzes kreisten sie nach dem Ausklinken im thermischen Aufwind, um Höhe zu gewinnen. Nach dem Verlassen unterschiedlicher Aufwindbereiche kam es bei einem räumlichen Abstand von ca. 2 km oberhalb von 1200 m MSL zur Annäherung beider Luftfahrzeuge auf direktem Kollisionskurs. Dabei flog

Der 47-jährige Pilot und Eigentümer des Motorseglers Ventus war seit Januar 1992 im Besitz eines Luftfahrerscheins. Zum Unfallzeitpunkt besaß er eine Flugerfahrung von 1070 Flugstunden, davon 290 auf dem Muster.

Angaben zum Luftfahrzeug

Beide Luftfahrzeuge hatten eine deutsche Verkehrszulassung.

Der Motorsegler vom Muster Ventus CT ist ein einsitziger Mitteldecker in CFK-/GFK- Bauweise mit einem zweiteiligen Tragflügel von wahlweise 15 – 17,60 m Spannweite. Er verfügt über Wölbklappen und ein ausklappbares Triebwerk. Der Ventus wies eine

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

Betriebszeit von 1693 Stunden auf und wurde nach der am 5. November 2004 durchgeführten Jahresnachprüfung ca. 50 Stunden geflogen.

Das Segelflugzeug vom Muster SZD 48-3 „Jantar Standard 3“ ist ein einsitziger freitragender Schulterdecker in GFK-Bauweise mit einer Flügelspannweite von 15 m. Der Jantar hatte eine Betriebszeit von ca. 900 Stunden und wurde nach der Jahresnachprüfung am 18. März 2005 ca. 67 Stunden geflogen.

Meteorologische Informationen

Zur Unfallzeit herrschten gute Sichtflugwetterbedingungen. Die horizontale Sichtweite betrug mehr als 10 km. Der Wind wehte am Boden aus 290° mit ca. 15 km/h. In 1200 m kam der Wind aus 315° mit ca. 17 km/h. Die Bewölkung lag bei ca. 5000 ft mit einem Bedeckungsgrad von 6/8.

Zum Unfallzeitpunkt hatte der Sonnenstand eine Sonnenhöhe von ca. 54° und das Sonnenazimut betrug ca. 198°.

Flugdatenaufzeichnung

In beiden Luftfahrzeugen wurden GPS-Logger zur Flugwegaufzeichnung für den Wettbewerb mitgeführt. Der Logger im Ventus hatte eine Aufzeichnungsrate von 4 s und der im Jantar von 12 s. Mit Hilfe der synchronisierten Daten konnte eine Flugwegrekonstruktion für beide Luftfahrzeuge erstellt werden.

Ausgewertet wurde der Flugabschnitt von 13:56:31 Uhr bis 13:57:44 Uhr.

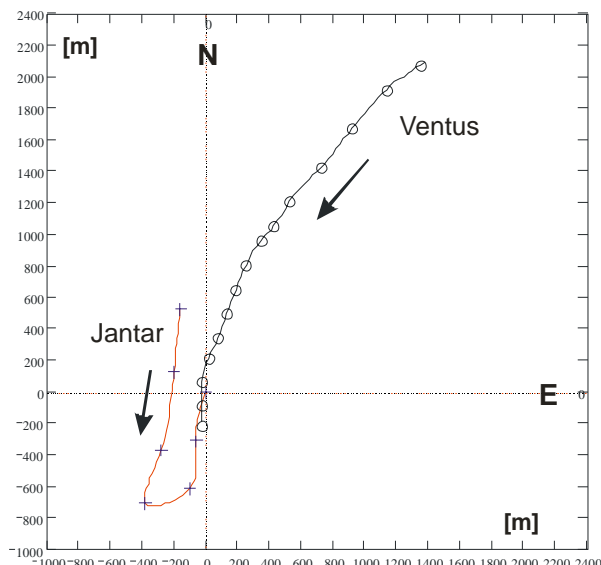


Abb. 2: Flugwege: Ansicht von oben

Der Ventus verließ den bis dahin genutzten Aufwind und flog mit ca. 140 km/h in südliche Richtung ab. Der Jantar flog mit Beginn der Aufzeichnung in fast gleicher Flughöhe ebenfalls in südliche Richtung. Eine halbe Minute später leitete der Pilot des Jantar eine Linkskurve ein und beendete diese um 13:57:12 Uhr in Richtung Norden. Zu diesem Zeitpunkt waren die Luftfahrzeuge ca. 1791 m voneinander entfernt und bewegten sich mit Kollisionskurs aufeinander zu. Die Höhendifferenz zwischen beiden betrug ca. 50 m, wobei der Jantar etwas höher flog (Abb. 3).

Die Annäherungsgeschwindigkeit in den verbleibenden 28 s vor dem Zusammenstoß betrug ca. 230,4 km/h. Dabei flog der Jantar zwischen 90-100 km/h und der Ventus um die 140 km/h. Es wurden bis zum Zusammenstoß keine markanten horizontalen Richtungsänderungen aufgezeichnet.

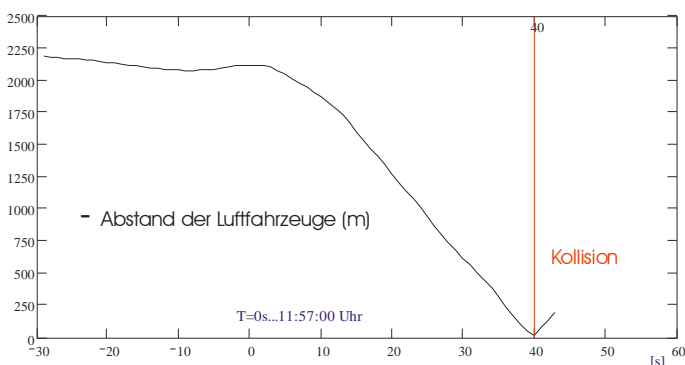


Abb. 1 Luftfahrzeugabstände

Zu Beginn der Aufzeichnung waren beide Luftfahrzeuge ca. 2190 m räumlich von einander entfernt (Abb. 1). Der Ventus befand sich dabei nördlich von der Position des Jantar (Abb. 2).

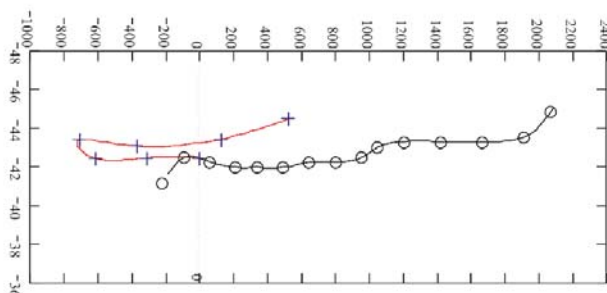


Abb. 3: Flugwege: Ansicht im Querschnitt aus Richtung Osten

Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

Die Wrackteile beider Luftfahrzeuge wurden westlich der Ortschaft Kurtschau gefunden. Der Ventus fiel in ein Waldstück und der Jantar in ein Rapsfeld.

Das Spurenbild zeigte eindeutige Anzeichen dafür, dass es eine Kollisionsbewegung beider Luftfahrzeuge auf Gegenkurs gegeben hatte, wobei der Jantar auf der Unterseite und der Ventus auf der Oberseite des Luftfahrzeuges getroffen wurde.



Abb. 4 Jantar Rumpfunterseite

Am Ventus waren deutliche Spurenabtragungen auf der Oberseite des linken Tragflügels erkennbar. Diese waren der Rumpfunterseite und dem Spornbereich des Jantar zuzuordnen.



Abb. 5 Ventus Bruchstelle des linken Tragflügels

Durch das kraftvolle Eindringen des Sporns in die Oberschale des Tragflügels wurde der Obergurt und der Holmsteg des Ventus so stark beschädigt, dass es im weiteren Verlauf zum Strukturversagen des linken Tragflügels kam. Der weitere Spurenverlauf und kleine Bauteile aus dem Spornradbereich des Jantar in den Trümmern des Leitwerks des Ventus belegten, dass es nach der Tragflügelberührung zur Kollision des Spornfahrwerks mit dem Leitwerk des Ventus

gekommen war. Dabei wurde das Leitwerk des Ventus aus der Befestigung herausgerissen.

Infolge der Kollision kam es am Jantar zum Strukturversagen am Seitenleitwerk-Rumpfübergang und das Seitenruder wurde abgetrennt.



Abb. 6 Jantar: Rumpheck

Bei der Kollision wurde die Cockpithaube des Ventus durch äußere Einwirkung zerstört. Durch welches Bauteil dies geschah, konnte nicht ermittelt werden.

An beiden Mustern wurden keine technischen Mängel festgestellt.



Abb. 7 Ventus: Rest der zerstörten Haubenverglasung

Überlebensaspekte

Aufgrund der schweren Beschädigungen an beiden Luftfahrzeugen war die Steuerung nicht mehr möglich und beide Piloten führten einen Notabsprung durch. Der Pilot des Ventus erlitt im Verlauf des

Notabsprungs und bei der Landung am Rettungsschirm schwere Verletzungen.

Zusätzliche Informationen

Für die Erkennbarkeit eines Objektes ist dessen scheinbare Objektgröße maßgebend. Ausgehend von der Erscheinung des jeweiligen Luftfahrzeuges und der Entfernung des Objektes wird dessen scheinbare Objektgröße (in Milliradian-mrad) auf einer einen Meter vom Auge des beobachtenden Piloten entfernten fiktiven Cockpitverglasung errechnet. In internationalen Untersuchungen wird eine scheinbare Objektgröße von 2 mrad als Grenzwert für die Auffassung eines Ziels angesehen.

Für den Zeitraum vor einem Zusammenstoß, in dem die auf Kollisionskurs befindlichen Luftfahrzeuge ihre Fluggeschwindigkeit und –richtung konstant beibehalten, stellen sie ein festes Ziel im Gesichtsfeld des jeweiligen Piloten dar.

Die Erkennbarkeit dieser Luftfahrzeuge wird zusätzlich durch den „blossom effect“ erschwert. Die scheinbare Objektgröße wächst im Verlauf der Annäherung in Form einer Exponentialfunktion an. Das bedeutet, dass ein Objekt relativ lange in fast unveränderter Position als Körper mit seiner scheinbaren Objektgröße auf der Cockpitverglasung sichtbar ist und auf den letzten 100 m plötzlich zu einer riesigen Körpererscheinung explodiert.

In der Flugsicherheitsmitteilung 1/94 des Luftfahrt-Bundesamtes wird u.a. ausgeführt, dass Piloten mindestens 10 s benötigen, um eine Verkehrssituation zu überblicken, ein Luftfahrzeug zu erkennen, es als Bedrohung einzuschätzen, zu reagieren und diese Reaktion auf das Luftfahrzeug zu übertragen. Zusätzlich ist dabei die Reaktionszeit des Flugzeuges auf Steuerimpulse zu berücksichtigen.

Beeinflusst wird die Zeit der Reaktion von der Erwartungshaltung des Menschen. Wird er durch Signale auf ein zu erwartendes Ereignis vorgewarnt, wird er schneller reagieren als wenn er von ihm überrascht wird.

Beurteilung

Beide Piloten waren für die Durchführung der Flüge ausreichend qualifiziert und verfügten über eine ausreichende Inübunghaltung.

Beide Luftfahrzeuge waren ordnungsgemäß zum Verkehr zugelassen und nachgeprüft. An keinem der Luftfahrzeuge wurden technische Mängel festgestellt.

Die Wetterbedingungen zur Unfallzeit waren ohne Besonderheiten und die Sichtverhältnisse waren gut. Es gab keine kritischen Thermikverhältnisse, die Basishöhe der Bewölkung lag bei ca. 5000 ft. Beide Piloten waren erst wenige Zeit mit ihren Flugzeugen in der Luft, um die Wettbewerbsaufgabe zu beginnen.

Die Flugwegrekonstruktion zeigt, dass beide Piloten meist in unterschiedlichen Thermikbereichen versuchten Höhe zu gewinnen. Zu Beginn des letzten ausgewerteten Flugabschnitts um 13:56:31 Uhr flogen beide Piloten ca. 2190 m voneinander entfernt, in südliche Richtung. Dabei war der Pilot des Jantar offensichtlich immer noch bemüht Aufwind zu finden und flog mit Geschwindigkeiten zwischen 90-100 km/h. Der Ventus beendete zu dieser Zeit seinen Thermikflug und flog mit einer Geschwindigkeit von ca. 140 km/h aus dem Aufwindbereich ab. Sein weiterer Flugverlauf blieb im wesentlichen geradeaus gerichtete und es gab nur geringe Abweichungen in der Vorfluggeschwindigkeit.

Der in ähnlicher Richtung fliegende Jantar lag um 13:56:31 Uhr ca. 2 km entfernt zwar im Blickfeld des Ventus-Piloten, konnte von ihm jedoch in dieser Flugphase nicht erkannt werden. Aufgrund der geringen Objektgröße, der Entfernung beider Luftfahrzeuge und der geringen Flughöhenunterschiede war eine Wahrnehmung für den Piloten unmöglich. Im Verlauf der Linkskurve des Jantars, ca. eine halbe Minute später, wäre es dem Ventus-Piloten für wenige Sekunden, unter glücklichen Umständen, möglich gewesen das fliegende Objekt vor sich wahrzunehmen.

Voraussetzung für das Erkennen eines Objektes ist dessen scheinbare Größe, die vom menschlichen Auge wahrnehmbar ist. Dabei wird die scheinbare Größe eines Objektes durch seine flächenhafte Darstellung bestimmt. Wenn Segelflugzeuge in fast gleicher Flughöhe fliegen, kommt dabei nur der Rumpfdurchmesser als Bezugsfläche in Betracht, da die Tragflächenausdehnung aufgrund der geringen Profildicke zu vernachlässigen ist.

Objekte müssen eine scheinbare Größe von mindestens 2 mrad aufweisen, um vom normalen menschlichen Auge wahrgenommen werden zu können. Dies entspricht einer scheinbaren Objektgröße von ca. 2 mm auf der Cockpitverglasung im Blickfeld des Luftfahrzeugführers.

Wenn die Bezugsgröße der Rumpfansicht eines Segelflugzeuges von vorn mit einem Meter angenommen wird, dann kann die scheinbare Objektgröße von 2 mm als sichtbarer Strich auf der Cockpitverglasung erst bei 500 m erreicht werden. Für den Flugweg beider Luftfahrzeuge auf Kollisionskurs bedeutet das, dass eine Wahrnehmung für beide Piloten frühestens in einer Entfernung von 500 m, ca. 8 s vor der Kollision, als 2 mm Objekt möglich war.

Der zuvor im Kurvenflug befindliche Jantar mit einer Bezugsgröße von 15 m wäre demnach bei einer Entfernung von ca. 1800m auf der Cockpitverglasung des Ventus in seiner scheinbaren Größe als ca. 8 mm langer Strich kurzzeitig wahrnehmbar gewesen. Mit dem Herstellen der Normalfluglage gegen 13:57:12Uhr war das Objekt für den Ventus-Piloten wieder nicht mehr zu erkennen.

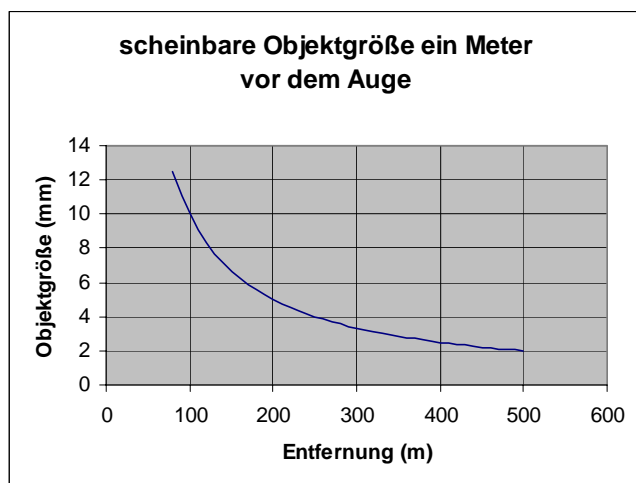


Abb. 8 Veränderung der scheinbaren Objektgröße

Aus Untersuchungen zur Informationsaufnahme, -verarbeitung und -umsetzung ist bekannt, dass dieser Prozess unter der Berücksichtigung der Systemträgheit des Menschen und des geflogenen Luftfahrzeuges zeitlich bewertet werden muss.

Das Abbild von Objekten kann zwar bei 2 mrad durch das menschliche Auge aufgenommen werden, aber diese Annahme beruht auf der optimalen Sehfähigkeit des Auges bei optimalen Sichtverhältnissen. Die Sichtverhältnisse hinter einer mehr oder weniger verschmutzten und nicht entspiegelten Cockpithaube sind daher deutlich eingeschränkt und unterliegen je nach Flugbewegung deutlichen Schwankungen.

Ein besonderes Problem stellt dabei der ständige Wechsel der Beobachtung zwischen dem wenige Zentimeter entfernten Instrumentbrett und der Luftraumumgebung dar. Die Augen benötigen bei diesen erheblichen Entfernungsunterschieden ca. ein bis zwei Sekunden, um sich einzustellen bzw. anzupassen.

Weiterhin erschwert wird das Erkennen von entgegenkommenden Luftfahrzeugen durch den „blossom effect“.

Unter Berücksichtigung der Erkennbarkeit beider Luftfahrzeuge bei weniger als 500 m und der Annäherungsgeschwindigkeit der Luftfahrzeuge mit ca. 230 km/h ergab sich eine verfügbare Reaktionszeit von weniger als 8 s für beide Luftfahrzeugführer.

Es ist deshalb davon auszugehen, dass beide Luftfahrzeuge von den Piloten während der Annäherung zu spät gesehen wurden und nicht ausreichend Zeit für ein erfolgreiches Ausweichmanöver vorhanden war.

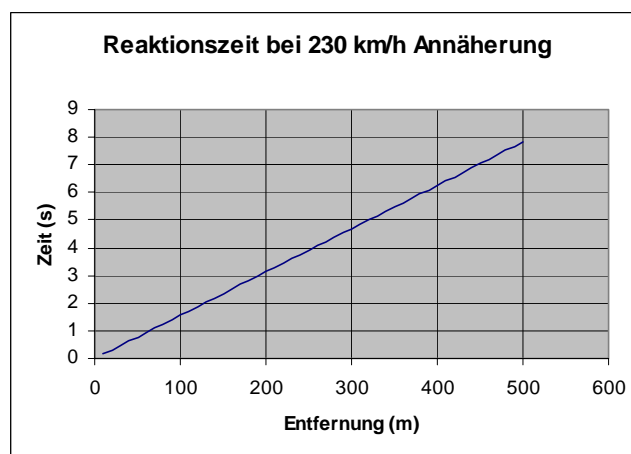


Abb. 9 Reaktionszeit

Nur mit Hilfe von Bordgeräten, die es ermöglicht hätten die Wahrnehmbarkeit des Menschen ausreichend zu unterstützen, wäre ein früheres Erkennen des anderen Luftfahrzeuges möglich gewesen.

Das frühere Erkennen von Hindernissen oder Luftfahrzeugen mit Hilfe zusätzlicher bordgestützter Information kann das zur Verfügung stehende Zeitfenster für die Reaktion des Menschen unter Luftfahrtbedingungen deutlich erweitern und damit die Gefahr von Kollisionen erheblich verringern.

Schlussfolgerungen

Der Zusammenstoß beider Luftfahrzeuge ereignete sich aufgrund der von den Piloten unbemerkten Annäherung auf frontalem Kollisionskurs. Durch die hohe Annäherungsgeschwindigkeit und die relativ kleine Objektgröße der Segelflugzeuge konnten diese erst in geringer Entfernung zueinander von den Piloten wahrgenommen werden. Die dann verbleibende Reaktionszeit für erfolgreiche Ausweichmanöver war zu gering.

Untersuchungsführer	Stahlkopf
Mitwirkung	Landgraf Pitz Blau