



Summarischer Bericht

Bezüglich des vorliegenden schweren Vorfalls wurde eine summarische Untersuchung gemäss Artikel 46 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014 (VSZV), Stand am 1. Februar 2015 (SR 742.161) durchgeführt. Dieser Bericht wurde mit dem Ziel erstellt, dass aus dem vorliegenden Zwischenfall etwas gelernt werden kann.

Luftfahrzeug	Yak-52	SP-YGI
Halter	Privat	
Eigentümer	Privat	
Pilot	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1956	
Ausweis	Privatpilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Private Pilot Licence Aeroplane</i> – PPL(A)) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (<i>European Aviation Safety Agency</i> – EASA), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)	
Flugstunden	insgesamt	628:33 h während der letzten 90 Tage 10 h
	auf dem Vorfallmuster	350 h während der letzten 90 Tage 10 h
Ort	Flugplatz Grenchen (LSZG)	
Koordinaten	---	Höhe ---
Datum und Zeit	28. September 2018, 14:05 Uhr (LT ¹ = UTC ² + 2 h)	
Betriebsart	Privat	
Flugregeln	Sichtflugregeln (<i>Visual Flight Rules</i> – VFR)	
Startort	Flugplatz Grenchen (LSZG)	
Zielort	Flugplatz Grenchen (LSZG)	
Flugphase	Landung	
Art des schweren Vorfalls	Überrollen des Pistenendes (<i>runway excursion</i>)	
Personenschaden	Besatzungsmitglieder	Passagiere Drittpersonen
Leicht verletzt	0	0 0
Nicht verletzt	1	0 0
Schaden am Luftfahrzeug	Leicht beschädigt	Fahrwerk, Propeller
Drittschaden	Geringer Flurschaden	

¹ LT: *Local Time*, Normalzeit

² UTC: *Universal Time Coordinated*, koordinierte Weltzeit

Sachverhalt

Allgemeines

Die nachfolgende Beschreibung des Hergangs des schweren Vorfalls basiert auf den Angaben des Piloten, auf Beschreibungen von Augenzeugen, auf Aufzeichnungen der Radardaten und des Flugfunkverkehrs sowie auf den Standbildern einer Webcam, die sich auf dem Flugplatzgelände befindet. Im am schweren Vorfall involvierten Flugzeug war kein Aufzeichnungsgerät installiert. Ein entsprechender Einbau war nicht vorgeschrieben.

Hergang

Der am schweren Vorfall beteiligte Pilot hatte das einmotorige, zweiseitige Leichtflugzeug Yak-52³, eingetragen als SP-YGI, im Jahr 2007 erworben und damals eine Einweisung auf das Flugzeugmuster erlangt. Die letzten periodischen Unterhaltsarbeiten am Flugzeug wurden Mitte September 2018 durch ein polnisches Unternehmen auf dem Flugplatz Grenchen (LSZG) ausgeführt.

Der Start der SP-YGI am 28. September 2018, bei dem es sich um den ersten Flug nach den Unterhaltsarbeiten handelte, erfolgte um 13:16 Uhr in Grenchen. Der Pilot befand sich alleine an Bord und beabsichtigte, einen Lokalflug auszuführen. Der Flug führte ereignislos in östlicher Richtung bis zum Hallwilersee, an Aarau vorbei und wieder zurück nach Grenchen. Es herrschte schwachwindiges, heiteres Wetter mit guter Sicht.

Um 13:53 Uhr meldete sich der Pilot auf der Flugplatzfrequenz von Grenchen zur Landung. Er erhielt vom Flugverkehrsleiter (FVL) die Freigabe, über die Route Echo in die Kontrollzone einzufliegen, sowie die Information, dass die Piste 24 in Betrieb sei. Wenig später meldete er sich über dem Meldepunkt Echo auf 3500 ft AMSL⁴. Zwei Minuten später wies ihn der FVL an, die Geschwindigkeit zu reduzieren, was er umgehend bestätigte.

Als sich die SP-YGI auf 3000 ft AMSL über dem Meldepunkt Echo 1 befand, wies der FVL den Piloten an, dass er den Anflug auf die Piste 24 hinter einem sich am Ende des inneren Gegenanfluges befindenden, einmotorigen Flugzeug durchführen solle. Eine Minute später bat der Pilot um das Fliegen eines Vollkreises, um den Abstand zum voranfliegenden Flugzeug zu erhöhen. Nachdem er diesen Vollkreis um 14:00 Uhr querab von Altreu beendet hatte, erteilte der FVL die Landeerlaubnis auf der Piste 24 bei einem Bodenwind aus 80 Grad mit 2 kt.

Um 14:01 Uhr führte der Pilot der SP-YGI einen Durchstart durch und flog auf Anweisung des FVL in den inneren Gegenanflug für die Piste 24 ein. Der FVL bemerkte in der Folge, dass er den Piloten der SP-YGI nur schwer verstehen könne. Um 14:04 Uhr erteilte der FVL eine erneute Landeerlaubnis auf die Piste 24 und fügte an, dass die SP-YGI, die sich jetzt im Endanflug auf die Piste 24 befand, noch viel zu hoch sei (*«S-GI you are still way too high»*). Der Pilot der SP-YGI bestätigte dies und gab an, dass er einen Anflugwinkel von 8° benötige.

Der Pilot gab an, der Anflug sei wie üblich in der Endanflugkurve mit einer angezeigten Geschwindigkeit von 190 km/h und im Endanflug mit ausgefahrenen Landeklappen mit 170 km/h erfolgt. Das Flugzeug habe anschliessend auf der Piste 24 rund 80 m nach dem Rollweg Delta entsprechend rund 340 m nach Pistenanfang aufgesetzt. Üblicherweise lande er das Flugzeug querab des Rollweges Delta. Als er habe abbremsen wollen, sei das Flugzeug stark nach links ausgebrochen, weshalb er sofort die Bremsen wieder gelöst habe. Er habe daraufhin das Flugzeug auf der Pistenmittellinie halten können und dabei nur noch sachte gebremst. Die Bremswirkung sei dabei nur schwach und für einen Stillstand vor dem Pistenende nicht mehr ausreichend gewesen.

³ Bei der Yak-52 handelt es sich um ein ehemaliges sowjetisches, als Tiefdecker ausgelegtes, zweiseitiges Militärschulflugzeug in Tandemkonfiguration. Das Flugzeug wird mit einem Sternmotor mit 360 PS Leistung angetrieben.

⁴ AMSL: *Above Mean Sea Level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

Ein Standbild der Webcam von 14:05:16 Uhr (vgl. Abbildung 1) zeigt das auf der Piste 24 rollende Flugzeug rund 340 m vor Pistenende. Die Rollgeschwindigkeit betrug zu diesem Zeitpunkt etwa 145 km/h.



Abbildung 1: Aufzeichnung der Webcam um 14:05:16 Uhr, Blickrichtung Osten. Die SP-YGI ist ca. 340 m vor dem Pistenende mit rund 145 km/h rollend erkennbar (roter Kreis).

In der Folge rollte das Flugzeug um 14:05:26 Uhr mit einer Geschwindigkeit von knapp 80 km/h über das Pistenende (vgl. Abbildung 2), durchquerte den angrenzenden Acker und überrollte die 110 m hinter dem Pistenende liegende und quer zur Pistenachse verlaufende Kantonsstrasse. Ein Fahrzeug auf der Kantonsstrasse hatte das Flugzeug offensichtlich gesehen und angehalten, damit es nicht zu einer Kollision kam (vgl. blauer Pfeil in Abbildung 3). Das Flugzeug kam wenige Meter hinter der Kantonsstrasse im angrenzenden Acker zum Stillstand (vgl. Abbildung 4).



Abbildung 2: Aufzeichnung der Webcam um 14:05:26 Uhr, Blickrichtung Süden. Die SP-YGI ist links ca. 20 m vor dem Pistenende mit rund 80 km/h rollend erkennbar (roter Kreis).

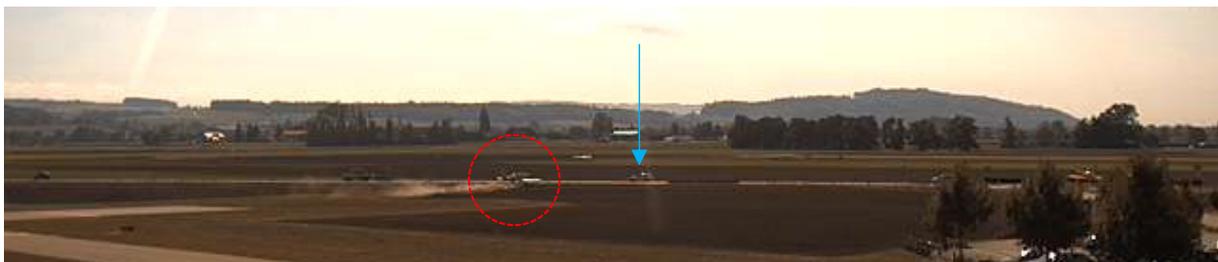


Abbildung 3: Aufzeichnung der Webcam um 14:05:31 Uhr mit der SP-YGI (roter Kreis) kurz vor dem Überrollen der Kantonsstrasse, auf der ein Fahrzeug angehalten hat (blauer Pfeil).



Abbildung 4: Aufzeichnung der Webcam um 14:05:36 Uhr mit der SP-YGI (roter Kreis), die hinter der Kantonsstrasse zum Stillstand gekommen ist.

Anschliessend wendete der Pilot das Flugzeug mit Motorleistung und rollte, ohne Absprache über Funk mit dem FVL zu halten, zurück in Richtung Flugplatz. Dabei überquerte er erneut die Strasse, um wieder auf das Flugplatzgelände zu gelangen. Der FVL forderte in dieser Phase den Piloten der SP-YGI auf, anzuhalten («*hold position*»).

Beim Rollen durch den Acker wurde der Reifen des linken Hauptfahrades von der Felge gepresst, so dass das Flugzeug manövrierunfähig zwischen Pistenende und Kantonsstrasse zum Stillstand kam. Da der Motor der SP-YGI rund 30 Sekunden nach dem Festfahren des Fahrwerkes im Acker noch lief, forderte der FVL den Piloten auf, diesen abzustellen («*shut down the engine*»).

Bis das Flugzeug, das am Fahrwerk und am Propeller beschädigt wurde, geborgen war, blieb der Flugplatz während rund 30 Minuten für jeglichen Flugverkehr gesperrt.

Feststellungen

Im Bereich der Pistenschwelle 06 waren frische Bremsspuren der beiden Haupträder der SP-YGI deutlich sichtbar (vgl. Abbildung 5 und Abbildung 6). Diese begannen rund 100 m vor der Pistenschwelle 06 (resp. rund 240 m vor dem Pistenende) und 1 m rechts der Pistenmittellinie und führten in einer Linkskurve bis kurz vor das Pistenende.



Abbildung 5: Bremsspuren der SP-YGI (rote Pfeile) im Bereich der Pistenschwelle 06, Blickrichtung entgegengesetzt der Landerichtung 24.



Abbildung 6: Bremsspuren am Pistenende (rote Pfeile) in Landerichtung 24 (Zeitpunkt: Bergung der SP-YGI).

Auffallend war, dass die Bremsspur des rechten Hauptfahrwerks erst rund 40 m nach der Bremsspur des linken Hauptfahrwerks begann und bereits 90 m vor dem Pistenende endete. Die linke Bremsspur führte hingegen, mit leichten Unterbrüchen, nach links bis zum Pistenende (vgl. Abbildung 7).

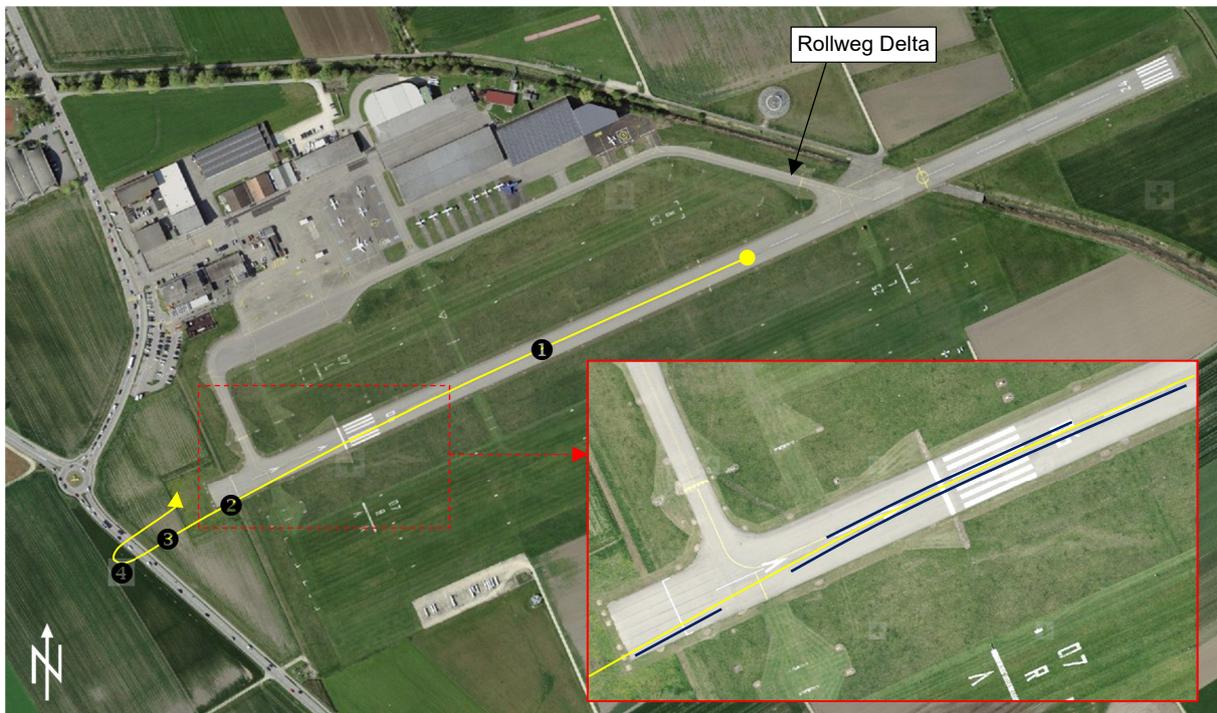


Abbildung 7: Aufsicht auf den Flugplatz Grenchen (LSZG) mit dem Aufsetzpunkt gemäss Angaben des Piloten (gelber Punkt) und der Rollstrecke der SP-YGI nach dem Aufsetzen (gelbe Linie) bis zur Endposition (gelbes Dreieck). Die Positionen 1 bis 4 zeigen die Position des Flugzeuges gemäss den Abbildungen 1 bis 4. Im rechten Ausschnitt sind die rekonstruierten Bremsspuren des rechten und linken Hauptfahrwerks schematisch eingezeichnet (dunkelblaue Linien). Quelle des Luftbildes: Bundesamt für Landestopographie.

Technische Abklärungen

Das frei nachlaufende Bugrad der Yak-52 ist nicht lenkbar. Der Seitenruder-Mechanismus ist mit einem Ventil verbunden, das je nach Seitenruder-Ausschlag den pneumatischen Bremsdruck auf die linke resp. rechte Bremse des Hauptfahrwerks verteilt. Die Dosierung des pneumatischen Bremsdrucks für die gesamte Bremswirkung erfolgt über einen Bremshebel am Steuerknüppel.

Durch das Rollen im Acker waren bei der SP-YGI das Druckluftrohr und der Schlauch zur Bremse des rechten Haupttrades abgerissen worden. Es liess sich deshalb nicht mehr eruieren, ob möglicherweise eine Undichtheit im Bremssystem vorgelegen hatte. Das Bremsdruck-Verteilventil zeigte keine offensichtlichen Mängel, die eine ungleichmässige Bremsdruckverteilung hätten erklären können.

Verfahrensvorgaben

Gemäss Piloten-Handbuch (*Pilot's Operating Handbook* – POH) erfolgt der Endanflug bei schwachwindigen Verhältnissen mit einer angezeigten Geschwindigkeit von 160 km/h. Der Abfangvorgang (*landing flare*) beginnt auf einer Höhe von rund 30 m über Grund und das Aufsetzen auf der Piste auf dem Hauptfahrwerk bei rund 120 km/h mit dem Motor in Leerlaufstellung. Nachdem das Bugrad auf den Boden abgesenkt ist, können die Radbremsen zur Verringerung der Geschwindigkeit und als Hilfe bei der Richtungssteuerung verwendet werden. Während des Rollens am Boden wird die Bewegungsrichtung des Flugzeugs durch einen

vorsichtigen Seitenruderausschlag und gleichzeitigen kurzen Druck auf den Bremshebel am Steuerknüppel geändert.

Gemäss Angabe des Piloten wird mit der Yak-52 der Endanflug idealerweise mit einem Gleitwinkel zwischen 6° bis 8° geflogen.

Die Landerollstrecke ist im POH ohne Angabe betreffend die Umgebungsbedingungen mit 300 m beschrieben.

Flugplatz Grenchen

Die Hartbelagpiste 06/24 in Grenchen misst 1000 m x 23 m. Für den Anflug auf die Piste 24 besteht eine vereinfachte Präzisions-Gleitwinkelbefehrerung (*Abbreviated Precision Approach Path Indicator* – APAPI) für einen Gleitwinkel von 3.5°. Die auf der Piste 24 gesamthaft verfügbare Landedistanz beträgt 1000 m, die vom Rollweg Delta aus verbleibende Landedistanz 650 m. Die Distanz zwischen dem Pistenende 24 und der quer zur Pistenachse verlaufenden Kantonsstrasse im Westen des Flugplatzes beträgt 80 m.

Analyse

Der Anflug erfolgte gemäss Angaben des Piloten mit einer Endanfluggeschwindigkeit von 170 km/h, die nur wenig über der gemäss POH empfohlenen Geschwindigkeit von 160 km/h lag. Gemäss Wahrnehmung des Piloten setzte das Flugzeug rund 80 m nach dem Rollweg Delta auf der Piste 24 auf, womit eine Landerollstrecke von rund 570 m verblieben wäre. Diese reicht basierend auf dem POH für ein Abbremsen des Flugzeuges problemlos aus.

Die Auswertungen aus den Standbildern der Webcam ergaben, dass das Flugzeug rund 300 m nach dem Rollweg Delta, entsprechend 340 m vor Pistenende, noch eine Rollgeschwindigkeit von rund 145 km/h aufwies. Daraus lässt sich folgern, dass das Flugzeug mit einer Geschwindigkeit auf der Piste aufgesetzt hatte, die deutlich über der gemäss POH vorgegebenen Geschwindigkeit von 120 km/h lag. Ausserdem erscheint es wenig wahrscheinlich, dass sich der Aufsetzpunkt nur 80 m hinter dem Rollweg Delta befunden hatte.

Die durchschnittliche Verzögerung des Flugzeuges entlang der Piste entsprach der Verzögerung, die für eine Landerollstrecke von 300 m gemäss POH zu erwarten ist. Dies legt nahe, dass die Bremswirkung des Hauptfahrwerkes zumindest gegen das Pistenende hin normal gewährleistet war. Die Bremsspuren im Bereich der Pistenschwelle 06 (vgl. Abbildung 5 und 6) zeigen ausserdem, dass die Räder des Hauptfahrwerkes in dieser Phase zeitweise, aber nicht kontinuierlich blockierten. Daraus lässt sich erneut schliessen, dass die Funktion der beiden Trommelbremsen grundsätzlich gegeben war. Die Bremswirkung war aber nicht symmetrisch, was die ungleich langen Bremsspuren des linken resp. des rechten Rades belegen. Dies könnte erklären, weshalb es zu dem vom Piloten wahrgenommenen Ausbrechen des Flugzeuges nach links unmittelbar nach der Landung auf der Piste kam. Eine technische Ursache für die asymmetrische Bremswirkung konnte nicht abschliessend eruiert werden. Möglicherweise lag eine gewisse Undichtheit in der pneumatischen Bremsleitung zum rechten Hauptfahrwerk vor, so dass das rechte Rad weniger Bremswirkung entfaltet als das linke.

Das erste Überrollen der Kantonsstrasse stellte aufgrund des Vorhandenseins von Fahrzeugen ein beträchtliches Risiko für diese Strassenverkehrsteilnehmer dar. Ein Fahrzeug hielt auf der quer zur Pistenachse verlaufenden Kantonsstrasse an, nachdem der Fahrer das sich nähernde Flugzeug gesehen hatte. Er verhinderte damit eine mögliche Kollision mit dem Flugzeug auf der Strasse.

Der Pilot rollte anschliessend das Flugzeug mit Motorleistung wieder über die Kantonsstrasse in Richtung Flugplatzgelände zurück, ohne mit der Flugverkehrsleitung Rücksprache gehalten zu haben und ohne dass entsprechende Sicherheitsvorkehrungen betreffend den Strassenverkehr vorgenommen wurden. Dies war eine unüberlegte, unnötige und riskante Handlung, die erneut ein Risiko für die Strassenverkehrsteilnehmer darstellte und ausserdem das Flugzeug im weichen Gelände zusätzlich beschädigte.

Die Distanz zwischen dem Pistenende und der quer zur Pistenachse verlaufenden Kantonsstrasse im Westen beträgt nur 80 m. Falls ein Flugzeug wie im vorliegenden Fall bei der Landung nicht ausreichend abgebremst werden kann und über das Pistenende rollt, kann es in der Folge auch zum Überrollen der angrenzenden Kantonsstrasse und zur Gefährdung Dritter kommen. Es gibt auf diversen grösseren Flugplätzen Vorkehrungen, die ein solches Sicherheitsdefizit abschwächen, beispielsweise mit Hilfe eines technisch angelegten Rückhaltesystems (*Engineered Materials Arrestor System* – EMAS). Der Zweck eines EMAS besteht darin, ein Flugzeug, welches das Ende einer Piste überrollt, ohne Personenverletzung und mit minimalem Flugzeugschaden zu stoppen.

Schlussfolgerungen

Der schwere Vorfall, bei dem das Flugzeug bei der Landung das Pistenende und eine quer zur Pistenachse verlaufenden Kantonsstrasse überrollte, lässt sich auf ein spätes Aufsetzen des Flugzeuges auf der Piste mit überhöhter Geschwindigkeit zurückführen.

Am 6. August 2012 überrollte eine Embraer Phenom 300 nach der Landung in St. Gallen-Altenrhein das Pistenende und die dahinter verlaufende Strasse und verfehlte dabei nur knapp einen Linienbus der öffentlichen Verkehrsbetriebe ([Schlussbericht Nr. 2205](#)). Im Rahmen der damaligen Sicherheitsuntersuchung veröffentlichte die SUST die [Sicherheitsempfehlung Nr. 461](#), gemäss der das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sicherstellen sollte, dass auf allen Schweizer Flugplätzen in einer Gefahrenanalyse (*hazard identification*) auch die Gefährdung Dritter zumindest in der unmittelbaren Flugplatzumgebung erfasst und zu deren Minimierung geeignete Massnahmen getroffen werden.

Gemäss Angabe des BAZL ist die Gefährdung Dritter auf Schweizer Flugplätzen Bestandteil der Gefahrenbibliothek jedes zertifizierten Flugplatzes. Im Fall von Grenchen ist die Archstrasse, die beim schweren Vorfall vom 28. September 2018 überrollt wurde, Bestandteil dieser Gefahrenbibliothek. Konkrete Massnahmen, die zu einer Verringerung der für die Benutzer dieser Kantonsstrasse herrschenden Gefährdung führen, wurden aber bisher weder vom BAZL noch vom Betreiber des Flugplatzes getroffen. Nach Auffassung des BAZL und des Flugplatzbetreibers sind die an der Strasse angebrachten Warnhinweise ausreichend. Diese Einschätzung teilt die SUST nicht, weil durch Gefahrenhinweise alleine keine Minderung der eigentlichen Gefährdung erreicht werden kann. Wie der vorliegend untersuchte schwere Vorfall zeigt, hat die [Sicherheitsempfehlung Nr. 461](#) nichts an Aktualität eingebüsst, weshalb die SUST gestützt auf Art. 45 Abs. 1 der VSZV auf weitere Untersuchungshandlungen verzichtet und die Untersuchung mit diesem summarischen Bericht abschliesst.

Bern, 26. August 2020

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle