



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SIS
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Bereich Aviatik

Schlussbericht Nr. 2250 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Unfall des Flugzeuges
Piper PA-28-161, HB-PNR,

vom 23. Juli 2013

in Feldwiden, nahe des Flugfeldes
Kägiswil (LSPG), Gemeinde Sarnen/OW

Cause

L'accident est dû à la collision avec le terrain suite à la perte de contrôle de l'avion à basse hauteur après une remise de gaz en présence de fortes turbulences.

La sous-estimation de l'évolution de l'activité orageuse et de son intensité a joué un rôle dans l'accident.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten Unfalls.

Gemäss Artikel 3.1 der 10. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 18. November 2010, 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 von Unfällen oder schweren Vorfällen. 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.

Alle Angaben beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf den Zeitpunkt des Unfalls.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*local time* – LT) angegeben, die zum Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*coordinated universal time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 2 h.

Schlussbericht

Luftfahrzeugmuster PA-28-161 HB-PNR

Halter Flugbetriebs AG Sarnen-Kägiswil, 6060 Sarnen

Eigentümer Flugbetriebs AG Sarnen-Kägiswil, 6060 Sarnen

Fluglehrer Schweizer Bürger, Jahrgang 1946

Ausweis Berufspilotenlizenz für Flugzeuge (*commercial pilot license aeroplane* – CPL(A)), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL).

Wesentliche Berechtigungen Klassenberechtigung für einmotorige Kolbenmotorflugzeuge (*single engine piston* – SEP).
Fluglehrer (*flight instructor* – FI(A)).

Medizinisches Tauglichkeitszeugnis Klasse 2 mit der Einschränkung VML¹, ausgestellt am 5. März 2013, gültig bis am 8. März 2014. Nächste kardiologische Untersuchung innert 12 Monaten. ORL²-Kontrolle innert 4 Monaten.

Flugstunden	insgesamt	4245 h ³	während der letzten 90 Tage	42:26 h
	auf dem Unfallmuster	ca. 1000 h	während der letzten 90 Tage	39:36 h

Flugschüler Schweizer Bürger, Jahrgang 1992

Ausweis ---

Medizinisches Tauglichkeitszeugnis Klasse 1, ohne Einschränkungen.

Flugstunden	insgesamt	9:47 h	während der letzten 90 Tage	0:42 h
	auf dem Unfallmuster	9:47 h	während der letzten 90 Tage	0:42 h

Ort Feldwiden, Gemeinde Sarnen/OW

Koordinaten 662 292 / 194 859 **Höhe** 469 m/M

Datum und Zeit 23. Juli 2013, 17:25 Uhr

Betriebsart VFR, Schulung

Flugphase Durchstart

Unfallart Kontrollverlust

¹ VML: *shall wear multifocal lenses*, muss multifokale Brille tragen.

² ORL: Otorhinolaryngologie (Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde).

³ Davon wurden knapp 2800 h als Fluglehrer absolviert.

Personenschaden

Verletzungen	Besatzungsmit- glieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	2	1	3	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	0	0	0	Nicht zutreffend
Gesamthaft	2	1	3	0

Schaden am Luftfahrzeug Zerstört

Drittschaden Geringer Flurschaden

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs, Radardaten, Dokumente des Flugbetriebsunternehmens sowie die Aussagen verschiedener Auskunftspersonen verwendet.

Der Flug wurde nach Sichtflugregeln (*visual flight rules* – VFR) durchgeführt. Es handelte sich um einen Schulungsflug im Rahmen eines Schnupperfluges.

1.1.2 Vorgeschichte

Der Fluglehrer und der Flugschüler flogen bereits am 12. April 2012 zusammen. Anlässlich dieses Fluges wollte sich der Flugschüler für den anstehenden Sphair-Kurs⁴ vorbereiten. Diesen Kurs absolvierte der Flugschüler mit Erfolg, sodass er die weiteren Abklärungen für eine mögliche Laufbahn bei der Schweizer Luftwaffe in Angriff nehmen konnte. Alle diese Schritte verliefen ebenfalls positiv und der Flugschüler wurde für die fliegerische Selektion im Sommer 2013 nach Magadino aufgeboten. Um sich für diesen nächsten Schritt vorzubereiten, wurde dem Flugschüler wiederum ein Schnupperflug in der Flugschule Kägiswil ermöglicht. Dafür stellte sich derselbe Fluglehrer vom April 2012 erneut zur Verfügung.

Als mögliche Daten kamen der 23. oder der 24. Juli 2013 in Frage. Am Nachmittag des 23. Juli 2013 wurde per Telefon vereinbart, dass der Flug nun an diesem Tag stattfinden sollte, da für den 24. Juli ganztags mit Gewittern zu rechnen war. Kurz darauf begab sich der Flugschüler zum Flugfeld Kägiswil (LSPG), um mit dem Fluglehrer den anstehenden Flug zu besprechen. Weiter sollte bei diesem Flug der Patenonkel des Schülers mitfliegen, der kurz vor Abflug eintraf.

Ein Fluglehrerkollege, der um 15:55 Uhr eine Fluglektion mit einem Schüler beendet und nun eine weitere Lektion mit einem anderen Schüler hatte, sah wie der Fluglehrer gegen 16 Uhr sein Auto auf dem Parkplatz abstellte. Sie wechselten kurz ein paar Worte und nahmen sich danach wieder ihrer Flugschüler an. Während der Besprechung bekam der Fluglehrerkollege mit, dass der Schnupperflug 45 Minuten dauern sollte. Der Flugschüler des Fluglehrerkollegen äusserte den Wunsch, zum Flugfeld Birrfeld (LSZF) zu fliegen, um dort Aussenlandungen zu absolvieren. Aufgrund der Wettersituation sagte ihm sein Fluglehrer, heute lieber im Platzbereich bleiben zu wollen, da in der Region Glaubenbielen (vgl. Anlage 1) der Himmel bereits grau sei. Zudem habe er bereits ein intensives Radarecho über der Region Sörenberg gesehen. Kurz darauf begaben sich die beiden zur HB-PNG, um mit der Fluglektion zu beginnen.

Der Fluglehrerkollege hatte am Morgen des 23. Juli 2013 die Piper PA-28-161, eingetragen als HB-PNR, für einen knapp 80-minütigen Flug auf 36 US-Gallonen (US gal) betankt. Nach diesem Flug befanden sich noch 24 US gal an Bord, sodass für den am Nachmittag geplanten Schnupperflug noch ausreichend Flugbenzin an Bord war.

Somit mussten Fluglehrer und Flugschüler der HB-PNR lediglich noch die Vorflugkontrolle durchführen. Als der Vater des Flugschülers ebenfalls beim Flugfeld eintraf, sass sein Sohn bereits vorne links in der HB-PNR. Der Vater sprach noch kurz mit dem Fluglehrer. Dabei kamen sie auch auf das über dem Entlebuch stehende Gewitter zu reden. Der Vater meinte, dass es in der Region genügend Flugplätze

⁴ Bei Sphair handelt es sich um ein Programm der Schweizer Luftwaffe für die Eignungsabklärung von interessierten Jugendlichen, die an einer Karriere in der zivilen oder militärischen Luftfahrt interessiert sind.

hätte, falls es in Kägiswil gewittern sollte. Der Fluglehrer meinte daraufhin, dass er auf dem Flug das Gewitter im Auge behalten werde und eher dazu tendiere, den Flug frühzeitig abubrechen und nach Kägiswil zurückzukehren. Weiter erwähnte er, dass bei ähnlicher Wettertendenz in den Tagen zuvor die Gewitter jeweils vorzeitig „verflogen seien“.

Nachdem der Patenonkel des Flugschülers auch beim Flugzeug eingetroffen war, stieg dieser hinten in die HB-PNR ein. Als auch der Fluglehrer eingestiegen war, konnte der Flug beginnen.

1.1.3 Flugverlauf

Kurz nach 16:56 Uhr meldete der Fluglehrer die HB-PNR auf der Frequenz des nahe gelegenen Militärflugplatzes Alpnach, die gleichzeitig die Frequenz für das Flugfeld Kägiswil ist, zum Abflug bereit. Der Flugverkehrsleiter erteilte eine entsprechende Freigabe und wies ihn an, dass er sich über Horw melden solle. Um 16:58 Uhr hob die PA-28-161 auf der Piste 03 ab und verliess die Volte in Richtung Luzern. Kurz nach 17 Uhr fragte der Flugverkehrsleiter nach der Position der HB-PNR. Der Fluglehrer meldete, dass sie über dem Flugplatz Alpnach seien. Der Flugverkehrsleiter wies die HB-PNR an, ab jetzt auf dieser Frequenz Blindmeldungen abzugeben, da der Flugbetrieb in Alpnach nun eingestellt würde.

Als die HB-PNR eine Höhe von 3100 ft QNH durchstiegen hatte, wurde das Transpondersignal vom Radar erfasst. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt südlich des Alpnachersees und flog weiter in Richtung Stansstad. Am östlichen Seeufer drehte die HB-PNR um etwa 80° nach links, flog in Richtung Horw und stieg auf 4000 ft QNH. In dieser Region folgten zwei Vollkreise zuerst nach rechts, dann nach links. Der zweite Vollkreis wurde auf einem Steuerkurs von ungefähr 005° ausgeleitet. Anschliessend flog die Maschine in Richtung Emmen und stieg auf 4500 ft QNH.

Um ca. 17:10 Uhr drehte die PA-28-161 um 180° nach rechts und flog in einer Höhe zwischen 4000 ft QNH und 4500 ft QNH zurück nach Kägiswil. Dabei wurden die Ortschaften Buchrain, Horw und Stansstad überflogen. Die letzte Radaraufzeichnung zeigte die HB-PNR um 17:16:24 Uhr östlich von Alpnach auf 4200 ft QNH im Sinkflug.

In der Zwischenzeit hatten der Fluglehrerkollege und der Flugschüler in der HB-PNG fünf Platzrunden in Kägiswil absolviert, als ihr Flugzeug, ebenfalls eine PA-28-161, beim Eindrehen in den Queranflug der Piste 03 um 17:05 Uhr von einer gewaltigen Böe erfasst wurde. Diese Böe war so heftig, dass der Fluglehrer sofort die Kontrolle der HB-PNG übernahm und die Landeklappen voll ausfuhr. Die Maschine verlor deutlich an Höhe, sodass der Fluglehrer direkt zum Endanflug auf die Piste 03 eindrehte. Dabei bemerkte er einen starken Rückenwind. Trotzdem entschied er sich, auf der Piste 03 zu landen. Die HB-PNG setzte etwa auf Höhe der gelben Linie (*touchdown* RWY03)⁵ auf und kam vor dem Pistenende zum Stillstand. Anschliessend rollte das Flugzeug zum Haupthangar. Dort stieg der Flugschüler aus, um mit seinem Fahrzeug zum Hangar U8 zu fahren, wo die HB-PNG eingestellt war. Die beiden rechneten mit einem Unwetter und wollten nicht nass werden. Als der Fluglehrer die HB-PNG vor dem Hangar U8 abgestellt hatte, kam ihm in den Sinn, dass bei seinem Auto noch die Fensterscheiben offen waren. Der Flugschüler fuhr ihn umgehend mit seinem Auto zum Parkplatz.

Als die beiden wieder beim Hangar U8 angekommen waren, bemerkte der Fluglehrer ein vom Lopper heranfliegendes Flugzeug. Unter der Annahme, dass es

⁵ Eine gelbe Linie wurde vom Betreiber des Flugfeldes auf der Piste quer über die Piste jeweils ca. 100 m nach den Pistenschwellen 03 und 21 aufgemalt und als *touchdown* RWY03 resp. RWY21 bezeichnet.

sich dabei um die HB-PNR handelte, stieg der Fluglehrer in die HB-PNG ein, schaltete die Batterie und das Funkgerät ein und rief seinen Fluglehrerkollegen um ca. 17:20 Uhr auf mit der Information, dass eine Landung auf der Piste 03 aufgrund der Windsituation nicht mehr möglich sei, und schlug ihm vor, auf die Piste 21 anzufliegen. Der Fluglehrer in der HB-PNR bedankte sich und informierte, dass er auf die Piste 21 anfliegen werde.

Die HB-PNR flog direkt über den Platz und anschliessend gemäss den Angaben der Anflugkarte (vgl. Anlage 3) in einer weiten Linkskurve in den linken Gegenanflug der Piste 21. In der Zwischenzeit hatte es heftig zu regnen begonnen. Der Wind wehte stark aus Richtung 210° und war teilweise sehr böig. Südlich von Sarnen gab es bereits verschiedene Blitzeinschläge.

Die HB-PNR drehte in den Endanflug der Piste 21 ein und wurde dabei heftig durchgeschüttelt. Kurz bevor die Maschine auf der Piste 21 aufsetzte, wurde das Flugzeug nach links weggedrückt und driftete über das Gras neben der Piste. Als sich die Maschine wieder über dem linken Pistenrand befand, folgte ein Durchstart, bei dem die HB-PNR zunächst nur wenig an Höhe gewann. Die Personen beim Hangar U8 stellten fest, dass der Motor auf Vollgas drehte. Ihnen war klar, dass die Besatzung wohl durchstarten musste. Mittlerweile wütete das Gewitter über Sarnen mit stark wechselnden Winden und intensivem Regen. Die HB-PNR begann nach dem Durchstartmanöver, knapp 100 m über Grund, nach der Pistenchwelle 03, eine Linkskurve zu fliegen, um erneut in den Gegenanflug der Piste 21 zu gelangen. Als die Linkskurve fast beendet war, betrug die Höhe noch geschätzte 50 m. Das Flugzeug drehte sich weiter um die Längsachse nach links bis zu einer Querlage von 60° bis 80°. Die Maschine verlor rasch an Höhe, streifte einen Baum und prallte auf eine Wiese beim Weiler Feldwiden.

Die Rettungskräfte wurden sofort alarmiert und trafen kurze Zeit später am Unfallort ein.

Das Flugzeug wurde beim Aufprall zerstört. Es brach kein Feuer aus. Die Besatzung kam beim Unfall ums Leben. Der Passagier verstarb in der folgenden Nacht im Spital.

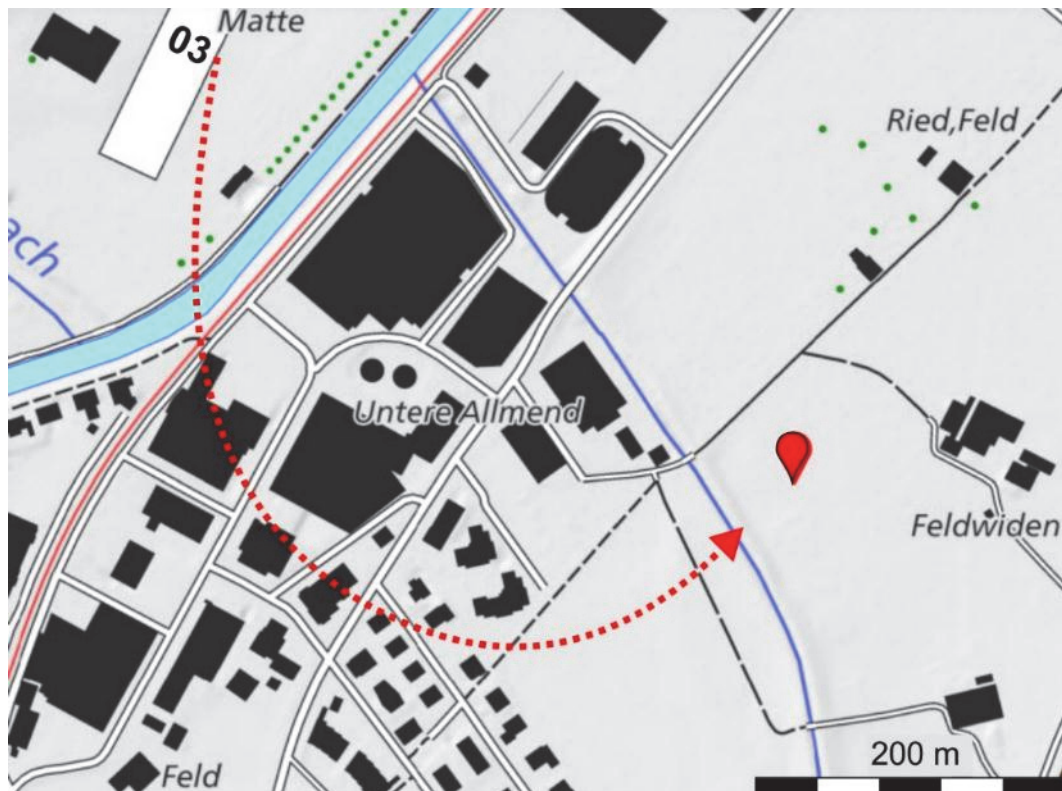


Abbildung 1: Ungefäher Flugweg der HB-PNR nach dem Durchstart (rote gestrichelte Linie) und Endlage des Wracks (rotes Symbol).

1.2 Meteorologische Angaben

1.2.1 Allgemeines

Die Angaben in Kapitel 1.2.2 stammen aus der Flugwetterprognose der MeteoSchweiz für den 23. Juli 2013, gültig von 14:00 Uhr bis 20:00 Uhr.

1.2.2 Wetterlage und Gefahren gemäss Flugwetterprognose

„Die Druckverteilung über der Schweiz ist flach, die Luftmasse feuchtwarm und sehr energiereich. Dem Tagesgang folgend entstehen zunächst über dem Relief, später auch im Flachland lokale Schauer- und lokal kräftige Gewitterherde.

Gefahren gültig 12:00–18:00 UTC: Verbreitet Gewitter, zunächst isoliert, später im Norden und in den Alpen zu Gewitterherden zusammenwachsend. Alpenübergänge im Verlauf des Nachmittags zunehmend in Wolken. Temperaturen in den Niederungen über 30 Grad – density altitude beachten.“

1.2.3 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort

Zur Zeit des Unfalls zog ein starkes Gewitter aus Südwesten über das Tal von Obwalden. Die höchste Niederschlagsintensität wurde kurz vor dem Unfall über dem unteren Abschnitt des Grossschlierentals nördlich von Sarnen gemessen.

Bereits eine Stunde vor dem Unfall setzten im Gebiet Briener Rothorn – Glaubenbielen Gewitter ein (vgl. Anlage 2). Sie lösten Starkniederschläge aus und führten zum Durchgang einer Böenlinie in Giswil. Entsprechende Böenlinien stehen in direktem Zusammenhang mit der Kaltluftproduktion durch Niederschlagsabkühlung. Die Kaltluft verlässt die Kernzone der Starkniederschläge radial. Je wirksamer die Abkühlung ist, desto ausgeprägter entwickelt sich der Kontrast zur warmen Umgebungsluft der Gewitterzelle. Über ebener Topografie entsteht ein Band mit böig auffrischendem Wind, vergleichbar mit Böen entlang einer Kaltfront. Je kleiner der

Abstand des Böenkragens zu seinem Herkunftsgebiet ist, desto kräftiger sind die Böen. Mit zunehmendem Abstand schrumpft die Mächtigkeit der Kaltluft. Dadurch nehmen auch die Windspitzen ab. Dieser Prozess wird unter dem Begriff *outflow* zusammengefasst.

Die komplexe Topografie kanalisierte und beschleunigte die Kaltluft entlang der Talachse und verstärkte dadurch die Böigkeit.

Anhand des Mittagsaufstiegs der Radiosonde über Payerne lässt sich die Bereitschaft der Atmosphäre für konvektive Ereignisse abschätzen (vgl. Anlage 6). Kennzahlen geben Hinweise über die Grössenordnung der zu erwartenden Böen. Am 23. Juli 2013 lag die Spanne zwischen 35 kt und 50 kt, was sich mit den Beobachtungen deckt. In komplexer Topografie bilden Kennzahlen die Beschleunigung der ausfliessenden Kaltluft unzureichend ab. Sie dienen deshalb lediglich zur Abschätzung der Plausibilität.

Die hochreichend instabil geschichtete Atmosphäre und der Gehalt an ausfällbarem Wasser erhöhten das Potenzial für *wet microburst*⁶ mit entsprechender Böigkeit (vgl. Anlagen 4 und 5). Die Windmessungen geben den horizontalen Anteil des Windvektors wieder. In der Umgebung von Gewittern spielen auch Abwinde, ausgelöst durch Starkniederschläge, lokal verbunden mit Hagel, eine Rolle.

Zeitgleich mit den Gewittern westlich von Sarnen entluden sich Gewitter im Raum Melchsee-Frutt. Die hohen Niederschlagsintensitäten mussten als Folge der Niederschlagsabkühlung auch im Melchtal zu *outflow* geführt haben, der im Raum Sarnen mit demjenigen aus Westen konvergierte.

Daraus lässt sich ableiten, dass die Talatmosphäre zum Zeitpunkt des Unfalls turbulent war und Windspitzen in der Grössenordnung von 30 kt bis 35 kt auftraten, kombiniert mit Abwinden als Folge von Starkniederschlägen.

Wetter/Wolken	intensiver Gewitterregen, 5/8–7/8 Cumulus und Cumulonimbus
Sicht	reduziert durch Starkregen
Wind	210 Grad, 15 kt bis 20 kt, in Böen bis 35 kt. Im Talquerschnitt waren höhere Werte möglich.
Temperatur/Taupunkt	22 °C / 16 °C
Luftdruck QNH	1015 hPa

1.2.4 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimet: 261°	Höhe: 36°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

1.2.5 Wetter gemäss Augenzeugenberichten

Eine Person, die sich in Kerns befand, beschrieb die Wetterentwicklung in den fünf Minuten vor dem Unfall wie folgt:

„Ich stand auf meinem Balkon, weil der Fallwind vor dem Gewitter so stark war, dass ich die Gartenstühle stapeln musste. Auf einmal höre ich ein Geräusch vom Nachbarn, dort hat der Wind einen Viehanhänger vom Stall weg ca. 40 Meter ins

⁶ Der Begriff *wet microburst* beschreibt kräftige und kurzlebige Abwinde unterhalb einer Gewitterzelle. Der Durchmesser der Abwindzone beträgt maximal 4 km Durchmesser, ihre Wirkdauer 2 bis 5 Minuten. Auslöser sind Starkniederschläge. In Bodennähe verursachen die Abwinde ein radiales Ausfliessen von Kaltluft, das sich in massiver Windscherung, Böigkeit und damit verbundener Turbulenz äussert.

Gras geschoben und hat dabei einen kleinen Obstbaum gerammt. Ich war überrascht über die Wucht des Windes. Ich schätze die Fallwinde vor dem Gewitter auf 80–100 km/h, sehr böig nicht konstant.“

Als sich die HB-PNR über dem Flugfeld befand, um in den linken Gegenanflug der Piste 21 einzufliegen, präsentierten sich der Person die folgenden Eindrücke:

„[...] der fliegt genau in die schwarze Wand, welche über Sarnen von Süden her sich schnell nähert. Dann sehe ich von Sarnen her die Landescheinwerfer und wie der Flieger sich unter heftigen Turbulenzen gegen Kerns hochkämpft.“

Eine Person, die sich bei ihrem Haus in Sarnen, rund 450 m südlich der Unfallstelle befand, machte die folgenden Beobachtungen:

„[...] kurz vor 17:30 h zog gerade ein heftiges Gewitter von Süden her auf. Nach starken Winden hatte es gerade begonnen, intensiv zu regnen, vereinzelt schlugen Blitze ein.“

Als sich die HB-PNR im linken Gegenanflug der Piste 21 befand, stellte der Beobachter Folgendes fest:

„Der Regen kam nun seitlich (südöstlich), worauf mein Nachbar das Fenster schloss. Ich ging zum Fenster nach Norden und sah das Flugzeug nun selbst wieder.“

[...] Das Gewitter wütete nun vollends, nach wie vor mit starken, wechselnden Winden (meist Richtung Norden) und intensivem Regen.“

Ein Pilot auf dem Flugfeld Kägiswil machte die folgenden Wetterbeobachtungen:

„Als ich zum Flugplatz kam, schaute ich das Radarbild an. Man sah eine Front zwischen Brünig und Glaubenberg stehen. Zu dieser Zeit war ich noch nicht sicher, ob ich den Flug überhaupt machen werde. Als ich später Richtung Glaubenberg/Brünig schaute stellte ich fest, dass sich die Sicht dort besserte, und vermutete deshalb, dass sich die Front dort entleerte.“

Kurz nach 17 Uhr befand sich der Pilot beim Flugzeug und machte die folgenden Beobachtungen:

„Ich schaute zum Windsack und stellte fest, dass dieser fast in der Horizontalen stand. Der Wind wehte aus Richtung 210°. Ich kenne diese gefährliche Windsituation in Kägiswil für Starts auf der Piste 21. Deshalb trat ich den Flug nicht an.“

Zum Unfallzeitpunkt beschrieb er die Wetterverhältnisse wie folgt:

„Starker, böenartiger Wind. Auf der Piste wurde Schmutz und später der Regen herumgewirbelt. Dass der Wind und der Regen so schnell einsetzten, war für mich überraschend gewesen. Sonst hätte ich mich nicht für einen Flug parat gemacht. Die Front kam plötzlich sehr schnell. Weil es vorher nochmals aufgeheilt hatte, war das extrem überraschend gewesen für mich.“

1.2.6 Webcambild



Abbildung 2: Webcambild von Sarnen in Richtung Ost-Südost. Die Fahnen im Vordergrund unterstreichen die vorherrschende Böigkeit zum Zeitpunkt des Unfalls.

1.3 Angaben zum Luftfahrzeug

Eintragungszeichen	HB-PNR
Luftfahrzeugmuster	PA-28-161 Cadet
Charakteristik	Einmotoriges vierplätziges Schul- und Sportflugzeug mit Kolbenmotorantrieb, ausgeführt als freitragender Tiefdecker in Ganzmetallbauweise mit Festfahrwerk in Bugradanordnung.
Hersteller	Piper Aircraft Inc., Vero Beach/FL, USA
Baujahr	1989
Triebwerk	Lycoming Engines O-320-D3G Luftgekühlter, vierzylindriger Boxermotor, Nennleistung 119.4 kW (160 HP) bei 2700 RPM.
Propeller	Sensenich 74DM6-0-60 Zweiblatt-Festpropeller aus Metall
Betriebsstunden	Zelle 9770:55 h (TSN ⁷) Triebwerk unbekannt (TSN) 976:37 h (TSO ⁸) Propeller 6333:55 h (TSN) 1060:55 h (TSO)

⁷ TSN: *time since new*, Betriebsstunden seit Herstellung

⁸ TSO: *time since overhaul*, Betriebsstunden seit Grundüberholung

Höchstzulässige Masse	1055 kg (2325 lb)
Masse und Schwerpunkt	Die Masse des Flugzeuges zum Unfallzeitpunkt betrug ungefähr 950 kg. Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch (<i>aircraft flight manual</i> – AFM) zulässigen Grenzen.
Unterhalt	Die letzte geplante Unterhaltsarbeit, eine 50-h-Kontrolle, fand am 18. Juli 2013 bei 9758:35 h statt.
Treibstoffqualität	Gemäss Analyse entsprach der Treibstoff den Spezifikationen für das zugelassene Flugbenzin AVGAS 100LL.
Bescheinigung über die Prüfung der Lufttüchtigkeit	Ausgestellt durch das BAZL am 3. Juni 2013, gültig bis 3. Juni 2014.
Zulassungsbereich	Privat
Kategorie	VFR bei Tag und Nacht

1.4 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

1.4.1 Unfallstelle

Die Unfallstelle lag knapp 500 m südöstlich der versetzten Pistenschwelle 03 des Flugfeldes Kägiswil auf einer Weide. Südwestlich der Unfallstelle verläuft ein kleiner Bach, entlang dessen sich diverse Büsche und vereinzelt Bäume von 8 m bis 10 m Höhe befanden. Ein Ast eines solchen Baumes wurde durch die abstürzende HB-PNR auf einer Höhe von ca. 6 m bis 7 m über Grund durchtrennt.



Abbildung 3: Wrackendlage (rotes Symbol) und Flugrichtung (roter Pfeil). Bild rechts: Blick von der eingezeichneten Position zur Unfallstelle.

1.4.2 Aufprall

Der Aufprall verlief in steilem Winkel zum Grund auf die nördlich vom Bach leicht abfallende Böschung des Flussdammes. Der Propeller mit Nabe und Zahnrad wurde am Ende der Kurbelwelle vom Motor abgetrennt und blieb rund 15 m vom

Bach entfernt etwa 30 cm tief im Untergrund stecken. Das Hauptwrack rutschte anschliessend noch ungefähr 25 m weiter und kam in der Ebene zum Stillstand. Die Flugzeuglängsachse war etwa nach Südosten, ca. 90° rechts zur Flugrichtung, ausgerichtet.

1.4.3 Wrack

Der Motor mit den Überresten der Verkleidung wurde teilweise vom Brandschott abgetrennt und lag unmittelbar vor dem Wrack. Der obere vordere Teil der Kabine wurde ab der Flügелеintrittskante bis auf Höhe der hinteren Passagiersitze zusammengestaucht und teilweise in Kleinstteile zersplittert. Das Rumpfhinterteil knickte ab der Flügelaustrittskante ungefähr 60° nach oben und etwa 20° nach rechts ab und lag flach auf dem Boden. Beide Flügel befanden sich noch am Kabinenboden, lagen auf der Flügelaustrittskante und wurden von beiden Hauptfahrwerken am Boden abgestützt. Beide Flügel waren entlang der Eintrittskante stark gestaucht.

Die Bauch- und Schultergurten wurden getragen und hielten der Beanspruchung, soweit erkennbar, stand.

Die Deformationsart der Propellerblätter liess den Schluss zu, dass der Motor zum Zeitpunkt des Unfalls Leistung abgab.

Im Einzelnen konnten am Wrack folgende Feststellungen gemacht werden:

- Die Landeklappen befanden sich in der Stellung 2, entsprechend 25°.
- Die Höhenrudertrimmung befand sich im Bereich der Stellung neutral.
- Die Positionen des Gashebels, des Hebels für die Gemischeinstellung und des Hebels der Vergaserheizung konnten aufgrund des Deformationsgrades in diesem Bereich des Cockpits nicht mehr eruiert werden.

Eine visuelle Prüfung der Ruderanschlüsse, Verbindungsgestänge, Umlenkhebel, Seilzüge und Spannschlösser sowie Umlenkrollen ergab keine Anhaltspunkte für vorbestehende Mängel.

1.5 Medizinische und pathologische Feststellungen

Die Leichen des Fluglehrers und des Flugschülers wurden einer Autopsie unterzogen.

Als Todesursache fand sich bei beiden ein schweres, stumpfes Trauma des Brustkorbes mit Abriss der im Brustkorb verlaufenden Hauptschlagader (Aorta).

Beim Fluglehrer war eine koronare Herzkrankheit mit einem Zustand nach Herzinfarkt und aortokoronarer Bypass-Operation im Juli 2010 bekannt. Die nachfolgenden fachärztlich kardiologischen Kontrolluntersuchungen zur Beurteilung der Flugtauglichkeit erfolgten regelkonform und bedingten angesichts des guten Langzeitergebnisses lediglich die Auflage einer alljährlichen, fachärztlich kardiologischen Kontrolluntersuchung.

Autoptisch liess sich das gute Langzeitergebnis im Sinne fehlender Hinweise auf eine akute Durchblutungsstörung des Herzens bestätigen.

Die pharmakologisch-toxikologische Untersuchung ergab weder beim Fluglehrer noch beim Flugschüler Hinweise auf Substanzen in toxikologisch oder pharmakologisch relevanten Konzentrationen.

1.6 Überlebensaspekte

1.6.1 Allgemeines

Aufgrund der Art und Weise des Aufpralls war dieser Unfall für die Insassen nicht überlebbar.

1.6.2 Suche und Rettung

Das Flugzeug war mit einem automatischen Notsender (*emergency locator transmitter – ELT*) ausgerüstet. Das Gerät sendete ein peilbares Signal aus.

1.7 Versuche und Forschungsergebnisse

1.7.1 Allgemeines

Folgende Instrumente wurden aus dem Wrack ausgebaut und spurenkundlich untersucht:

- Geschwindigkeitsanzeige
- Variometer
- Wendezeiger
- Künstlicher Horizont
- Drehzahlanzeige des Motors

Des Weiteren wurden der Motor und alle Nebenaggregate geborgen und einer Kontrollzerlegung unterzogen.

1.7.2 Spurenkundliche Ergebnisse Geschwindigkeitsanzeige

Im Moment, als der Zeiger durch das Unfallgeschehen Kontakt mit dem Zifferblatt hatte, schürfte die Unterseite des Zeigergegengewichts im linken oberen Bereich des obersten Horizontalschenkels des ersten Buchstabens E des Wortes AIRSPEED. Diese Spur lässt den Schluss zu, dass der Zeiger beim Aufprall einen Wert von 107 kt anzeigte.



Abbildung 4: Geschwindigkeitsanzeige mit Detail. Grüne Pfeile zeigen auf die Spur.

1.7.3 Spurenkundliche Ergebnisse Variometer

Im Moment, als der Zeiger durch das Unfallgeschehen Kontakt mit dem Zifferblatt hatte, erzeugte das Zeigergegengewicht rechts neben dem Buchstaben L des Wortes VERTICAL resp. links neben dem Buchstaben S des Wortes SPEED auf dem Zifferblatt eine Abklatschspur in Form eines bogenförmigen Segments.

Diese Spur lässt den Schluss zu, dass der Zeiger beim Aufprall eine Sinkrate zwischen 800 ft/min und 900 ft/min anzeigte.

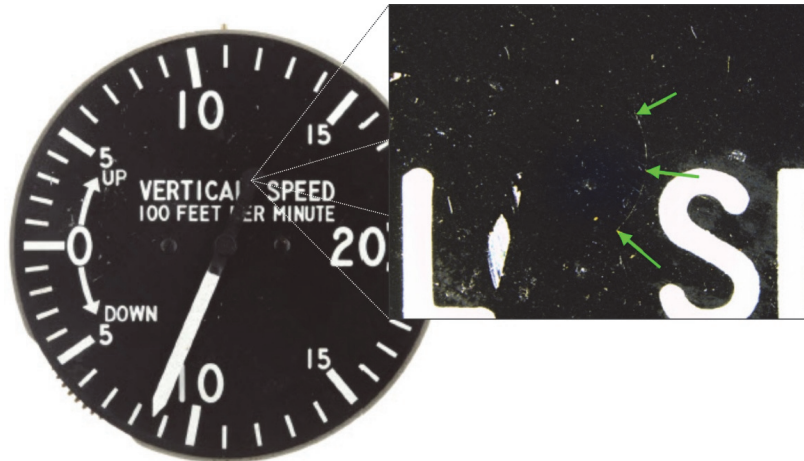


Abbildung 5: Variometer mit Detail. Grüne Pfeile zeigen auf die Abklatschspur.

1.7.4 Spurenkundliche Ergebnisse Wendezeiger

Da an den relevanten Komponenten keine Spuren vorhanden waren, konnten bezüglich der Anzeige dieses Instrumentes zum Unfallzeitpunkt keine Aussagen gemacht werden.

1.7.5 Spurenkundliche Ergebnisse künstlicher Horizont

An verschiedenen Teilen des künstlichen Horizontes konnten Kontakt- oder Kerbspuren festgestellt werden. Führt man alle gefundenen Spuren zusammen, zeigte das Instrument bei der ersten massgeblichen Schlageinwirkung eine Querlage nach links von ca. 60°. Bezüglich des Lagewinkels hinsichtlich der Querachse befand sich die Kerbspur zwischen der zweiten und dritten Referenzlinie unter dem Horizont, was einem Winkel von etwa 25° *attitude nose down* (AND) entspricht.

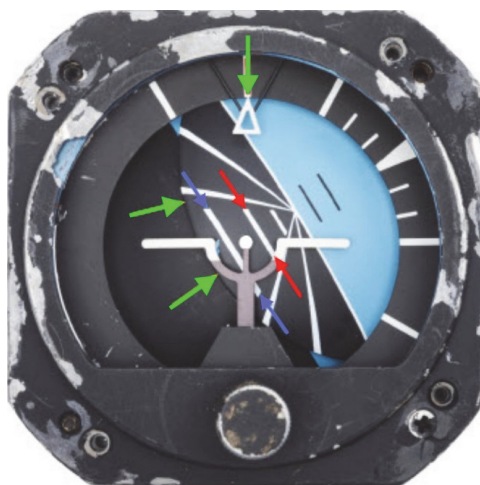


Abbildung 6: Künstlicher Horizont. Grüne Pfeile zeigen auf die Spuren, rote Pfeile auf die Linie 20° AND, blaue Pfeile auf die Linie 30° AND.

1.7.6 Spurenkundliche Ergebnisse Drehzahlmesser

Bei der Untersuchung des Zifferblattes konnten oben links neben der Ziffer 1 der Zahl 15, entsprechend einer Anzeige von 1500 RPM, geringfügige Präge- oder Wischspuren festgestellt werden. Diese Spuren verlaufen in Richtung des Zeigerdrehpunktes. Aufgrund des Verlaufs und der Erscheinungsform könnten diese beim Unfall durch den Zeiger gesetzt worden sein.

Dies führt zur Annahme, dass der Zeiger des Instruments beim Unfallgeschehen eine Drehzahl von 1430 RPM angezeigt haben könnte.



Abbildung 7: Drehzahlmesser mit Details. Grüner Kreis bzw. grüne Pfeile zeigen auf die Spur.

1.7.7 Ergebnisse Kontrollzerlegung des Motors

Aufgrund der durchtrennten Kurbelwelle im Bereich der Propelleraufnahme sowie des beim Aufprall zerstörten Vergasers war ein Prüflauf des Motors auf einer Testvorrichtung nicht mehr durchführbar.

Anlässlich einer Kontrollzerlegung konnte unter anderem Folgendes gemessen resp. festgestellt werden:

- Die Dimensionen und Toleranzen der wesentlichen Komponenten des Motors lagen innerhalb der Vorgaben des Herstellers.
- Eine Funktionskontrolle der Zündkerzen war erfolgreich.
- Die Magnete, die mechanische Treibstoffpumpe und der Vergaser waren, soweit feststellbar, in Ordnung.
- Im vorderen, inneren Bereich der Kurbelwelle war oberflächliche Korrosion vorhanden.
- Im Bereich zwischen den Austrittsventilen und dem Auspuffkrümmer lagen Ablagerungen vor.
- Auf sämtlichen Kolben, den Zündkerzen sowie den Ventilen wurden Bleiablagerungen festgestellt.

1.8 Angaben zum Flugplatz und zum Flugbetriebsunternehmen

1.8.1 Flugplatz

Das Flugfeld Kägiswil wurde 1943 von der Schweizer Armee erbaut und ab 1956 zivil mitbenützt. Im Jahre 1996 folgte die Ausmusterung als Militärflugplatz. Seither wird das Flugfeld von der Flugplatzgenossenschaft Obwalden betrieben.

Die Piste weist folgende Abmessungen auf:

Pistenbezeichnung	Abmessungen	Höhe des Flughafenreferenzpunktes
03/21	900 × 40 m	1525 ft AMSL ⁹

Aufgrund der versetzten Pistenschwellen stehen auf der Piste 03 für eine Landung 690 m und auf der Piste 21 eine Distanz von 720 m zur Verfügung. Die Sichtankarte des Flugfeldes ist in Anlage 3 dargestellt.

Neben verschiedenen Organisationen ist auf diesem Flugfeld auch die Flugbetriebs AG Sarnen-Kägiswil (FBAG) beheimatet.

1.8.2 Flugbetriebsunternehmen

Die FBAG betreibt eine vom BAZL anerkannte Flugschule. Sie verfügte über eine Flotte von fünf Flugzeugen, die HB-PNR darin eingeschlossen.

Im Rahmen des Flugschulbetriebes bietet die FBAG sogenannte Schnupperflüge an. Ein Schnupperflug hat den Zweck, ohne Vorabklärungen und Formalitäten erste Erfahrungen am Doppelsteuer mit einem Fluglehrer zu machen. Das entsprechende Programm der FBAG umfasst unter anderem folgende Punkte:

- Vorstellen des Motorfluges und des Werdegangs zum Privatpiloten;
- Flugvorbereitung, Besprechung Programm;
- Besichtigung Flugzeugpark und Einführung ins Cockpit;
- Flug am Doppelsteuer mit Üben des Lagefliegens und einer Demonstration der Flugeigenschaften;
- Abschlussbesprechung.

1.9 Zusätzliche Angaben

Die Temperatur- und Feuchteverhältnisse zum Zeitpunkt des Durchstarts lagen in einem Bereich, in dem die Gefahr einer Vergaservereisung bei Drehzahlen im Reiseflug mässig und im Sinkflug beträchtlich war.

⁹ AMSL: *above mean sea level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

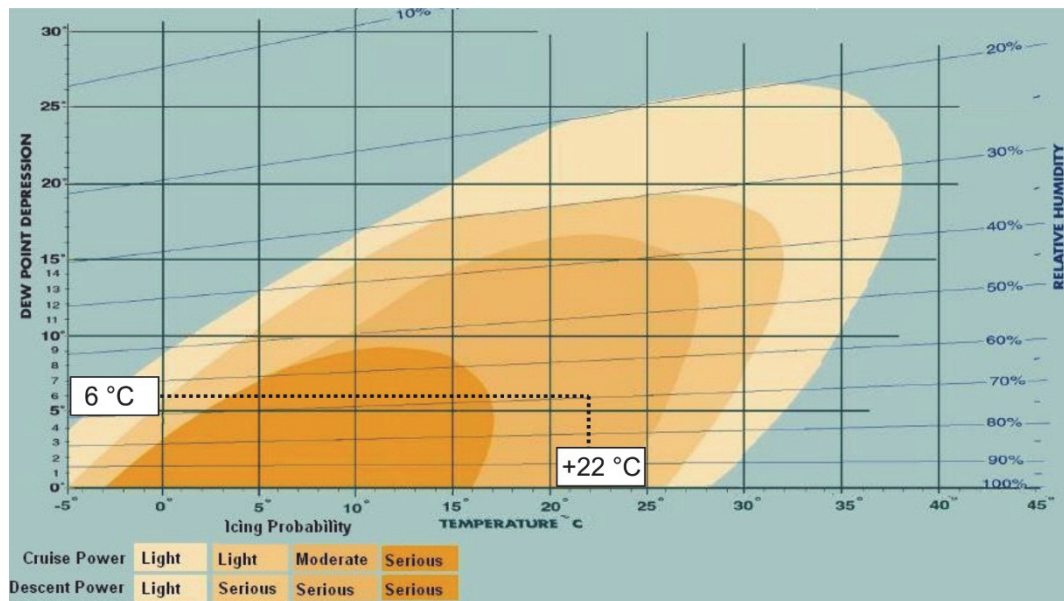


Abbildung 8: Diagramm zur Bestimmung der Gefahr für auftretende Vergaservereisung. Quelle: www.atsb.gov.au.

Da die Beobachter am Boden die Motorendrehzahl der HB-PNR während des Durchstarts als normal wahrnahmen, ist wenig wahrscheinlich, dass die in Kapitel 1.7.6 festgestellte niedrige Drehzahl zum Unfallzeitpunkt die Folge einer spontanen Vergaservereisung war.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

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

Die am Motor gemachten Feststellungen (vgl. Kapitel 1.7.7) haben mit hoher Wahrscheinlichkeit dessen Funktionstüchtigkeit nicht beeinflusst.

2.2 Meteorologische Aspekte

Der Schweizer Alpenraum befand sich unter einem flachen Rücken. Am Boden waren die Druckgegensätze gering. In den Alpen entstanden lokale Hitzetiefs. Sie begünstigten den Tagesgang der Talwindzirkulation und damit die Feuchtekonvergenz entlang der Voralpen.

Die Gewitter, die sich am späteren Nachmittag des 23. Juli 2013 im Grenzgebiet der Kantone Bern, Luzern und Obwalden entluden, zählten zur Kategorie der Luftmassengewitter. Divergenz in der oberen Troposphäre und Feuchtekonvergenz in den bodennahen Luftschichten führten zur Auslösung hochreichender Quellwolken.

Der zwischen Boden und 6000 m/M gemittelte Wind wehte mit 4 kt aus Richtung West. Der daraus abgeleitete Verlagerungsvektor von Gewittern hatte eine Herkunftsrichtung von 300° und eine Verlagerungsgeschwindigkeit von 3 kt. Dies belegt, dass die beobachtete Böigkeit zwischen Brünig und Lopper auf Niederschlagsabkühlung durch Schmelzen und Verdunsten von Hydrometeoren sowie auf die Beschleunigung der Kaltluft durch die lokale Topografie zurückzuführen ist. Der Höhenwind hatte keinen Einfluss auf die Böigkeit.

Eis schmilzt unterhalb der Höhe, in der die Feuchttemperatur 0 °C erreicht. Am 23. Juli 2013 betrug diese Höhe 3500 m/M. Je höher diese Nullgradgrenze liegt, desto mehr Zeit steht zum Schmelzen zur Verfügung und desto wirksamer ist die Abkühlung der abwärts beschleunigten Luft.

Aus dem Mittagsaufstieg der Radiosonde in Payerne wurde eine mittlere Auftriebsenergie CAPE¹⁰ von 2300 J/kg ermittelt, was für das nördliche Alpenvorland vergleichsweise viel ist (vgl. Anlage 6).

Der *wet microburst severity index* (WMSI) erreichte den Wert von 60. WMSI-Werte von mehr als 10 deuten an, dass *wet microbursts* auftreten können. Einem Index von 60 ist das Böenintervall von 25 kt bis 49 kt zugeordnet.

Sowohl CAPE als auch WMSI sind begleitende Informationen zur Plausibilisierung. Ihr Betrag kann lokal von den aus dem Radiosondenaufstieg über Payerne ermittelten Werten abweichen.

Die Aufzeichnungen von Wind, Temperatur und Feuchte an der Messstation Giswil (vgl. Anlage 4) zeigen den Durchgang einer Böenfront kurz nach 17 Uhr. Diese lässt sich in Zusammenhang bringen mit dem intensiven Niederschlag im Gebiet von Wilerhorn-Höch Gumme und Giswilerstock. Der Starkniederschlag entlud sich hier zwischen 16:25 und 16:40 Uhr sowie zwischen 16:50 und 17:00 Uhr. Der Durchmesser des Starkniederschlag-Kerngebiets und die Wirkdauer deuten eine mögliche *wet-microburst*-Aktivität an. In Giswil wurden zwischen 17:00 und 17:10 Uhr maximale Windspitzen von 34 kt (63 km/h) gemessen (vgl. Anlage 4). Diese Böen gehörten zweifelsfrei zu einer lokalen Böenfront. Diese setzte sich

¹⁰ CAPE: *convective available potential energy*, Auftriebsenergie eines Luftpakets (vgl. rote Fläche in Anlage 6).

wahrscheinlich aus Kaltluft aus dem Mariental, die über Glaubenbielen nach Obwalden vordrang, und Kaltluft aus dem Raum Giswilerstock-Höch Gumme zusammen.

In Wilen bei Sarnen wurden die stärksten Böen um 17:05 Uhr gemessen (vgl. Anlage 5). Sie erreichten 32 kt (59 km/h). Ein zweites Maximum der Böigkeit trat um 17:25 Uhr mit 17 kt (32 km/h) auf. Nach dem ersten und stärksten Maximum setzte auch ein markanter Rückgang der Temperatur ein. Dies deutet auf die Böigkeit an der Stirnseite der initialen Böenfront hin, die in die Talatmosphäre vordrang. Kurz zuvor hatte sich der Gewitterregen von Sörenberg über die lokale Wasserscheide zum Pilatus hin ausgeweitet.

Von 17:12 bis 17:20 Uhr ereignete sich ein lokales Intensitätsmaximum des Niederschlags im Gebiet Jänzi-Hohflue westlich von Sarnen (vgl. Anlage 7). Ähnlich wie zuvor am Höch Gumme erscheint auch dieses Maximum im Radarbild kreisförmig bis leicht oval. Dies mag ein Hinweis auf einen weiteren *wet microburst* sein, was in der Folge zu einem Auffrischen des Windes in der Umgebung des Flugfeldes Kägiswil führte. Der Antrieb dieser Böigkeit beruhte hauptsächlich auf der Niederschlagsintensität, da die Temperatur seit der ersten Böenfront um 17:05 Uhr bereits um rund acht Grad gesunken war. Die Stirnseite dieser zweiten Böenfront erreichte den Talausgang bei Stans knapp vor 17:30 Uhr.

Der Vergleich der Gewitterneigung zum Vortag zeigt nur kleine Unterschiede. Bedingt durch geringe Druckgegensätze über Mitteleuropa bestimmte der Tagesgang der Alpenvorland-Alpen-Zirkulation die Konvektion. Der Gehalt an ausfällbarem Wasser nahm zu, was sich günstig auf die Entwicklung von Gewitterzellen auswirkte. Das Windfeld in den untersten 6000 Metern der Atmosphäre war schwach ausgeprägt. Das bedeutet, dass nach dem Auslösen von lokalen Gewittern Einzelzellen oder *cluster* von Einzelzellen mit ihrem *outflow* den lokalen bis regionalen Wetterverlauf bestimmten. Der Höhenwind hatte nur geringfügig Einfluss auf die Zugrichtung der Gewitter.

2.3 Menschliche und betriebliche Aspekte

Der Fluglehrer und der Flugschüler trafen sich um ca. 16 Uhr auf dem Flugfeld Kägiswil und besprachen den Schnupperflug, der 45 Minuten dauern sollte. Kurz vor Abflug traf der Vater des Flugschülers ein. Er wechselte mit dem Fluglehrer ein paar Worte, unter anderem war die Gewittertendenz ein Thema. Als der Vater meinte, dass es in der Region genügend Flugplätze habe, erwiderte der Fluglehrer, dass er eher dazu tendiere, den Flug abzubrechen und nach Kägiswil zurückzukehren. Zudem erwähnte er auch, dass bei ähnlicher Wettertendenz in den Tagen zuvor die Gewitter jeweils vorzeitig „*verflogen seien*“. Dies zeigt, dass sich der Fluglehrer der potenziellen Gefahr eines aufziehenden Gewitters bewusst war. Es deutet aber auch darauf hin, dass ein allfälliges Ausweichen auf einen anderen Flugplatz eher nicht in Betracht gezogen wurde, was auf einen vorgefassten Entscheid hinweist.

Kurz vor 17 Uhr hob die HB-PNR ab und verliess die Region in Richtung Luzern. In der Zwischenzeit intensivierte sich von Westen herkommend über Sarnen ein heftiges Gewitter, das kurz nach 17:05 Uhr die Besatzung eines anderen Schulflugzeuges das Voltentraining abbrechen liess. Während diese Besatzung das Flugzeug in den Hangar schob, bemerkte der Fluglehrer die anfliegende HB-PNR. Die Tatsache, dass sich die HB-PNR bereits nach rund 20 Minuten Flugzeit wieder im Anflug auf das Flugfeld Kägiswil befand, obwohl eigentlich eine Flugdauer von 45 Minuten geplant war, zeigt, dass sich der Fluglehrer wahrscheinlich aufgrund des aufziehenden Gewitters entschlossen hatte, vorzeitig nach Kägiswil zurückzukehren. Dies entsprach seinem vorgefassten Entscheid.

Über Funk informierte der Fluglehrer am Boden seinen Kollegen in der HB-PNR, dass eine Landung auf der Piste 03 aufgrund der Windsituation nicht mehr möglich sei. Dieser meldete daraufhin, dass er auf die Piste 21 anfliegen werde. Die HB-PNR flog direkt über den Platz und in einer weiten Linkskurve in den linken Gegenanflug der Piste 21. In der Zwischenzeit hatte es heftig zu regnen begonnen. Der Wind wehte stark aus Richtung 210° und war teilweise sehr böig. Südlich von Sarnen gab es verschiedene Blitzeinschläge. Die Tatsache, dass sich der Fluglehrer für einen normalen Anflug über die Platzvolte entschied, deutet darauf hin, dass er sich der zeitkritischen Situation nicht bewusst war.

Als die HB-PNR schliesslich in den Endanflug der Piste 21 eindrehte, geriet sie in starke Turbulenzen. Kurz vor dem Aufsetzen wurde das Flugzeug durch eine Böe von rechts erfasst und aus der Pistenachse versetzt. Dies zeigt, dass ein stabiler Landeanflug auf die Piste aufgrund der vorherrschenden Windverhältnisse kaum machbar war. Daraufhin wurde ein Durchstart eingeleitet.

Die Wiese links entlang der Piste 21 liess aufgrund der Hindernisfreiheit und der Platzverhältnisse die Option einer Notlandung offen. Eine solche scheint im Vorfeld nicht in Betracht gezogen worden zu sein.

Der Durchstart der HB-PNR wurde von verschiedenen Personen beobachtet. Der Motor lief auf Vollgas, die Maschine gewann jedoch zuerst kaum an Höhe. Knapp 100 m über Grund begann die HB-PNR nach der Pistenschwelle 03 eine Linkskurve zu fliegen. Das über Sarnen wütende Gewitter mit intensiven Niederschlägen und stark wechselnden Winden liess der Besatzung der HB-PNR praktisch keinen Raum mehr für Optionen. Die Piper Cadet wurde sozusagen zum Spielball der Elemente. Als die Linkskurve fast beendet war, betrug die Höhe nur noch geschätzte 50 m über Grund. Spätestens zu diesem Zeitpunkt verlor die Besatzung die Kontrolle über das Flugzeug. Mit markanter Querlage nach links verlor die HB-PNR weiter an Höhe, streifte einen Baum und prallte mit über 100 kt beim Weiler Feldwiden auf den Boden.

Die Tatsache, dass die Anzeige der Motordrehzahl beim Aufprall bei 1430 RPM lag, lässt sich allenfalls mit einer reflexartigen Leistungsreduktion im letzten Moment erklären. Fest steht, dass dieser Wert nicht der effektiven Drehzahl des Motors während des Durchstarts entsprach, weil bei derartigen Drehzahlen ein Steigflug ausgeschlossen werden kann.

Die vom Fluglehrer getroffenen Entscheidungen zeigen, dass die Entwicklung und die Intensität der Gewitter unterschätzt wurden.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Es liegen keine Anhaltspunkte für vorbestehende technische Mängel vor, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.
- Das Flugzeug war zum Verkehr nach VFR zugelassen.

3.1.2 Besatzung

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

3.1.3 Flugverlauf

- Am 23. Juli 2013 trafen sich Fluglehrer und Flugschüler um ca. 16 Uhr auf dem Flugfeld Kägiswil (LSPG), um einen 45 Minuten dauernden Schnupperflug durchzuführen.
- Nachdem alle Vorbereitungen abgeschlossen waren, bestiegen der Flugschüler, dessen Patenonkel und der Fluglehrer das Flugzeug.
- Der Besatzung war das zu diesem Zeitpunkt über der Region Glaubenberg/Sörenberg aktive Gewitter bekannt.
- Kurz vor 17 Uhr hob die Piper PA-28-161, eingetragen als HB-PNR, von der Piste 03 in Kägiswil ab.
- Gegen 17:05 Uhr machten sich im Bereich des Flugfeldes Kägiswil erste starke Windböen als Vorläufer des herannahenden Gewitters bemerkbar.
- Ein Fluglehrer in einem anderen Flugzeug der ansässigen Flugschule brach aufgrund einer massiven Windböe im Queranflug der Piste 03 den Ausbildungsflug ab und landete mit Rückenwind auf der Piste 03.
- Während diese Besatzung das Flugzeug in den Hangar schob, bemerkte der Fluglehrer die anfliegende HB-PNR.
- Über Funk informierte er um ca. 17:20 Uhr seinen Fluglehrerkollegen, dass eine Landung auf der Piste 03 aufgrund der Windsituation nicht mehr möglich sei.
- Der Fluglehrer in der HB-PNR bestätigte dies und flog über den Platz, um in den linken Gegenanflug der Piste 21 einzudrehen.
- Im Endanflug auf die Piste 21 wurde die HB-PNR von heftigen Turbulenzen erfasst und driftete kurz vor dem Aufsetzen aus der Pistenachse nach links.
- Die Besatzung der HB-PNR leitete einen Durchstart ein und begann nach der Pistenschwelle 03 knapp 100 m über Grund eine Linkskurve zu fliegen.
- Das Gewitter entlud sich inzwischen über Sarnen mit intensivem Regen und stark wechselnden Winden.
- Als die Linkskurve fast beendet war, befand sich die HB-PNR noch geschätzte 50 m über Boden, verlor bei markanter Querlage nach links weiter an Höhe und prallte in steilem Winkel auf dem Boden auf.

3.1.4 Wetterbedingungen

- Bereits eine Stunde vor dem Unfall setzten im Gebiet Briener Rothorn und Glaubenbielen Gewitter ein und führten zu starken Niederschlägen und böigem *outflow*.
- Der Starkniederschlag entlud sich im Gebiet von Wilerhorn-Höch Gumme und Giswilerstock zwischen 16:25 und 16:40 Uhr sowie zwischen 16:50 und 17:00 Uhr.
- Der Durchmesser des Starkniederschlag-Kerngebiets und die Wirkdauer deuten eine mögliche *wet-microburst*-Aktivität an.
- In Giswil wurden zwischen 17:00 und 17:10 Uhr maximale Windspitzen von 34 kt gemessen.
- In Wilen bei Sarnen wurden die stärksten Böen um 17:05 Uhr gemessen. Sie erreichten Spitzen von 32 kt.
- Ein zweites Maximum der Böigkeit trat um 17:25 Uhr mit 17 kt auf.
- Nach dem ersten und stärksten Maximum setzte auch ein markanter Rückgang der Temperatur ein.
- Dies unterstreicht den Zusammenhang zwischen ausfliessender Kaltluft und der Böigkeit an der Stirnseite der initialen Böenfront, die in die Talatmosphäre vordrang.
- Die Gewitterböen erreichten Luzern um 17:40 Uhr. Während einer halben Stunde wurden Böen von 40 bis 50 kt gemessen.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass nach einem Durchstart unter heftigen Turbulenzen infolge eines Gewitters die Kontrolle über das Flugzeug in geringer Höhe über Boden verloren ging und in der Folge eine Kollision mit dem Gelände nicht mehr verhindert werden konnte.

Die Unterschätzung der Entwicklung und der Intensität der Gewitter hat zum Unfall beigetragen.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen**4.1 Sicherheitsempfehlungen**

Keine

4.2 Sicherheitshinweise

Keine

4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.3.1 Flugbetriebs AG Sarnen-Kägiswil

In der Stellungnahme vom 20. April 2015 zum Entwurf dieses Schlussberichts informierte die Flugbetriebs AG Sarnen-Kägiswil bezüglich der folgenden, seit dem Unfall getroffenen Massnahmen:

„Seit diesem Ereignis wurden seitens der Flugschulen in Kägiswil zwei zusätzliche Flight Safety Seminare für alle Piloten, die in Kägiswil fliegen, durchgeführt, welche die Thematiken ‚Schlecht Wetter‘, ‚Nein sagen können‘ und ‚Umgang mit aussergewöhnlichen Ereignissen‘ behandelten.“

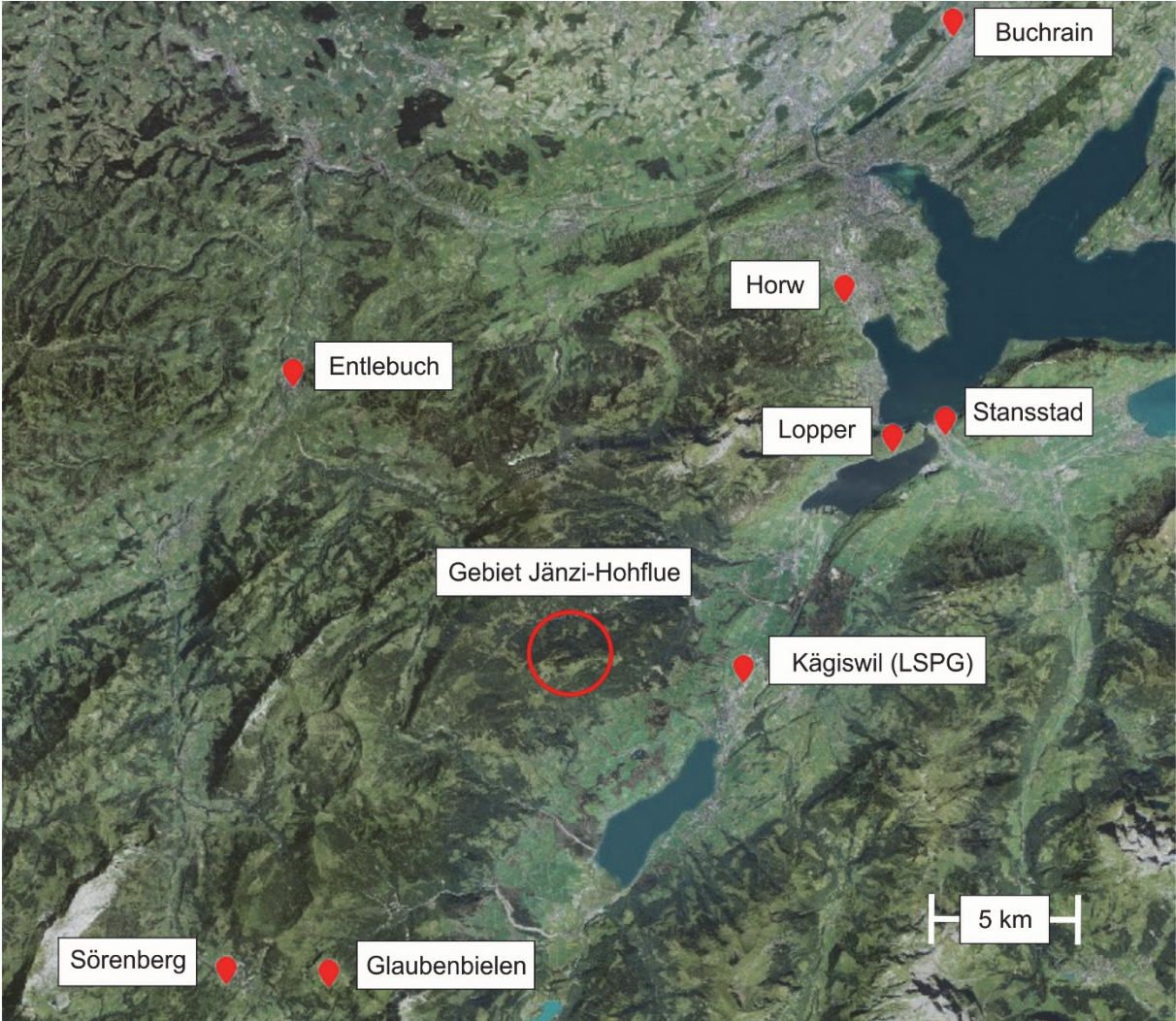
Payerne, 1. September 2015

Untersuchungsdienst der SUST

Dieser Schlussbericht wurde von der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 10 lit. h der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014).

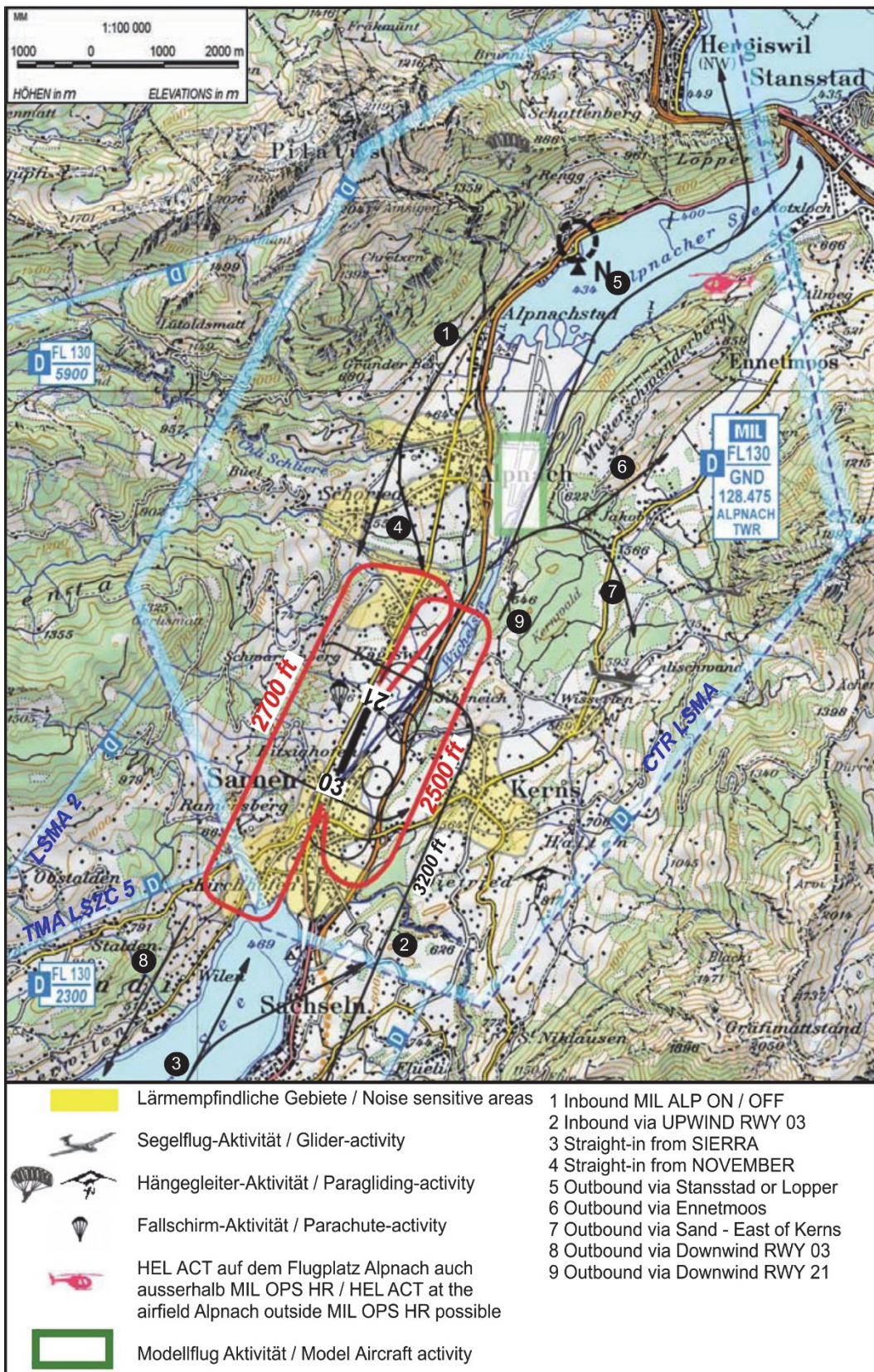
Bern, 20. August 2015

Anlage 1: Übersichtskarte



Anlage 3: Sichtanflugkarte Flugfeld Kägiswil

SICHTANFLUGKARTE **MOUNTAINOUS AREA** **AD 128.475** **KAEGISWIL**
 VISUAL APPROACH CHART *ELEV 1525 ft (465m)* "R" PPR **LSPG**

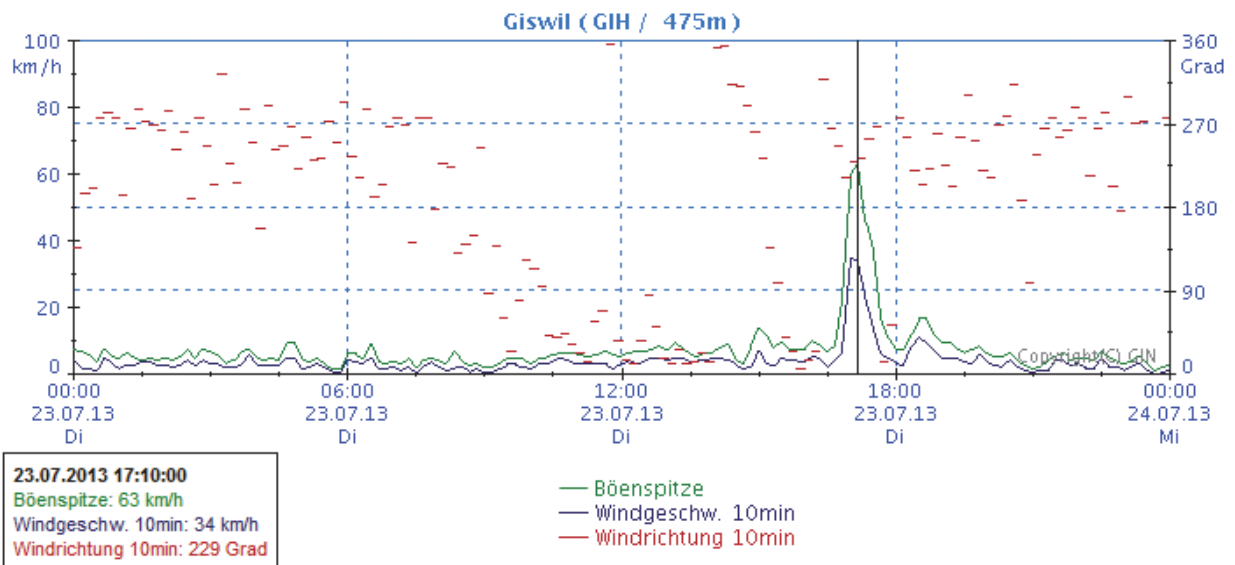
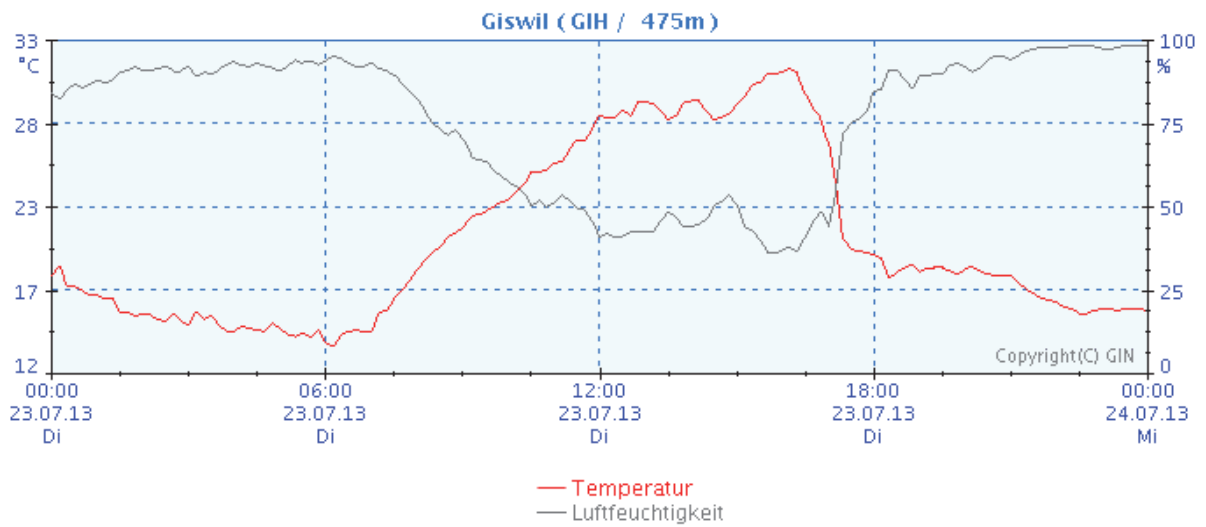


FEB 2012

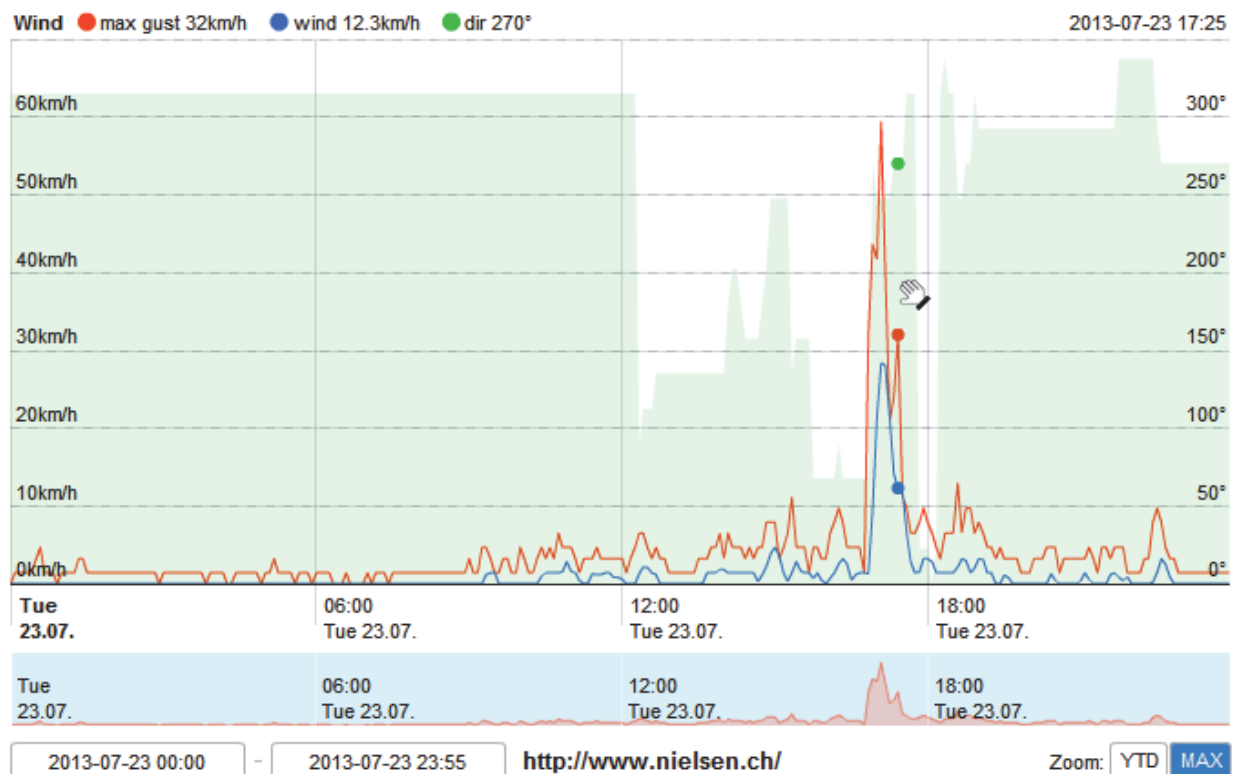
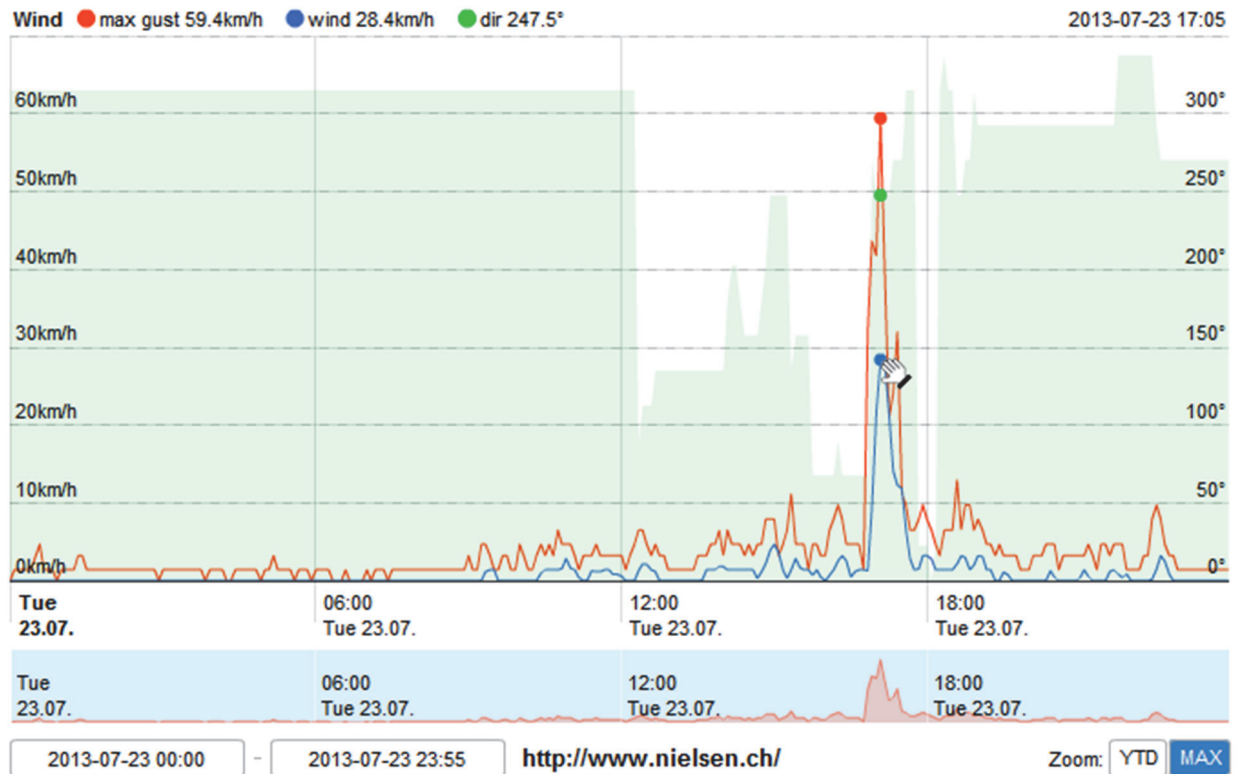
Flugfeldleitung Sarnen-Kägiswil

LSPG VAC 3

Anlage 4: MeteoSchweiz-Messtation Giswil



Anlage 5: Windaufzeichnungen an der privaten Wetterstation in Wilen-Sarnen



Anlage 6: Mittagsaufstieg der Radiosonde in Payerne vom 23. Juli 2013

