

Airprox und Kollisionsrisiken

CFAC/FFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation

Flughafen Zürich, 27. November 2025

Daniel W. Knecht, Leiter des Bereiches Aviatik

1



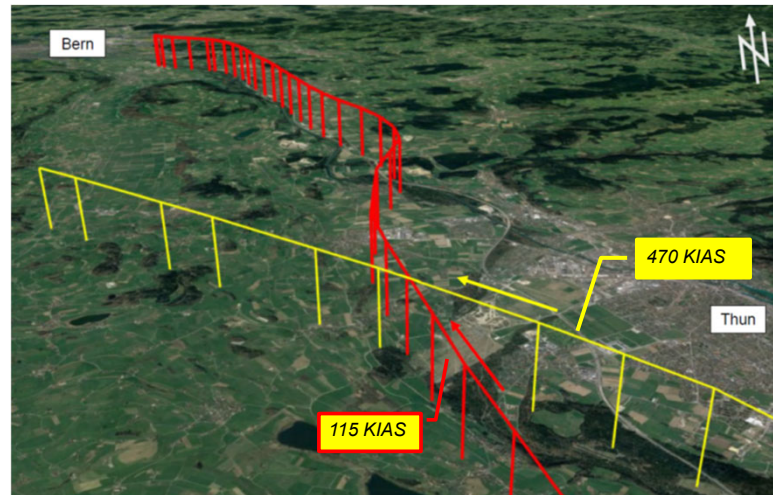
Überblick

- Die Möglichkeiten und Grenzen von
 - **See**
 - **Sense**
 - **Segregate**anhand von Beispielen
- Zusammenfassung und Ausblick

2



Fastkollision R44 vs 2 F5



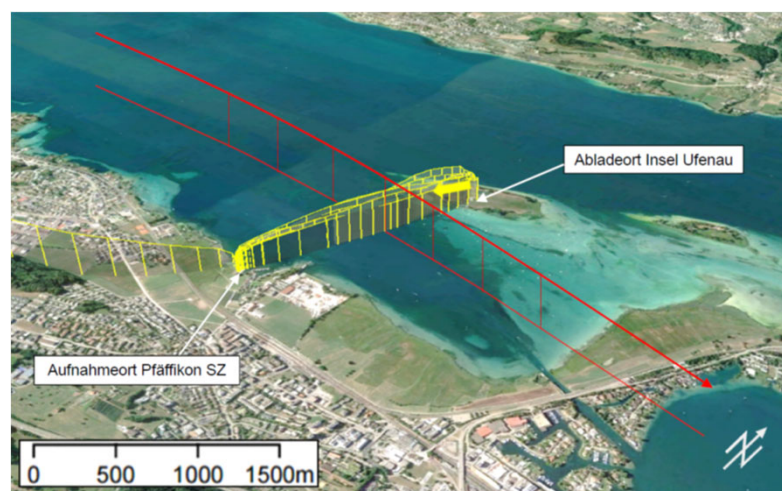
Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

3

3



Fastkollision H125 vs 2 F/A-18



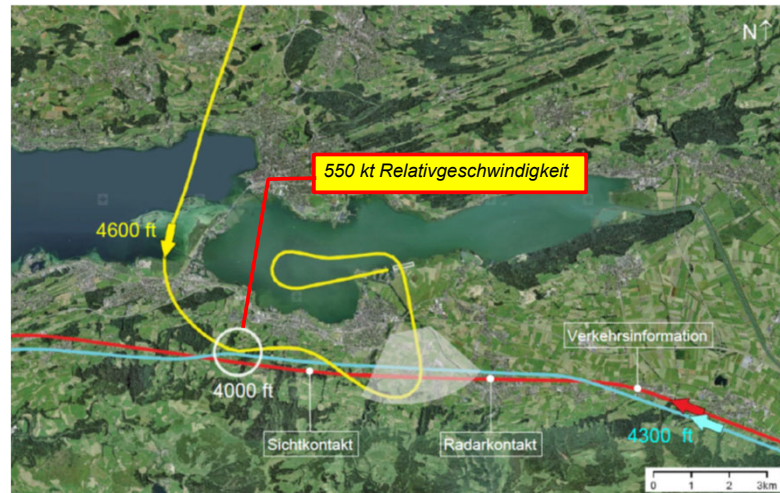
Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

4

4



Fastkollision Mooney vs 2 F/A-18



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

5

5



See - Lessons learned

- *Zone of no sensible reaction possible:*
 $12 \text{ s} \times v \text{ [m/s]}$ – bis zu 4 km
- Wo ist mein Fokus – innen/aussen?
- Wie suche ich richtig (*scanning*)?
- LW: Awareness bezüglich des Verhaltens der zivilen LR-Benutzer, Grenzen des *flight following*

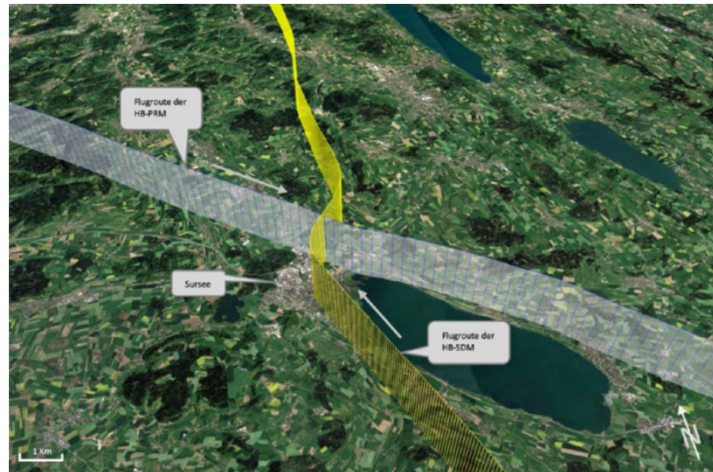
Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

6

6



Umgang mit Kollisionswarnsystemen Fastkollision Piper PA28 vs Diamond DA42



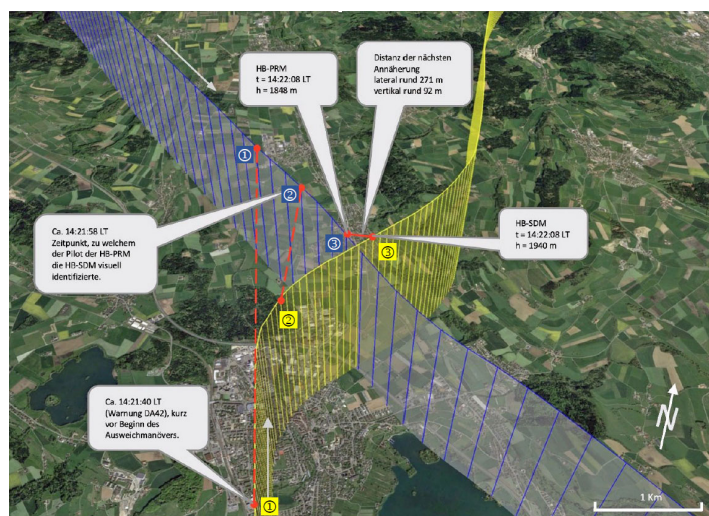
Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

7

7



Umgang mit Kollisionswarnsystemen Fastkollision Piper PA28 vs Diamond DA42



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

8

8



(In)kompatibilität von Kollisionswarnsystemen

Sender → ↓ Empfänger	Transponder ohne ADS-B-out	Transponder mit ADS-B-out	Flarm oder PowerFlarm
Flugsicherung	✓	✓	✗
(passives) TAS	✓ *)	✓ *)	✗
TCAS, (aktives) TAS	✓	✓	✗
ADS-B-in	✗	✓	✗
Flarm	✗	✗	✓
PowerFlarm	✓ *)	✓	✓

Tabelle 1: Übersicht über die Sende- und Empfangsmöglichkeiten von Systemen, die der Kollisionsverhütung dienen. Ein Asterix *) bedeutet, dass der Sender nur erkannt werden kann, wenn er sich im Einflussbereich eines Bodenradars oder eines Luftfahrzeuges mit *interrogator* befindet. Die gelbe Markierung bedeutet, dass PowerFlarm zwar vor Flugzeugen mit Transpondern ohne ADS-B-out warnt, nicht aber ihre Position anzeigt.

9



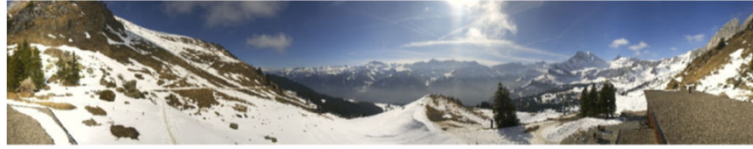
Sense - Lessons learned

- Basierend auf TAS/FLARM-Warnung ist vertikales Ausweichmanöver sinnvoll
- Laterale Ausweichmanöver sind schwierig...
- Inkompatible oder fehlende Kollisionswarnsysteme – *sense and avoid?*
- **Warnungen und Hinweise von technischen Systemen in der GA (traffic advisory systems - TAS) sind zur Verbesserung der SA und zur Unterstützung der visuellen Suche gedacht**

10



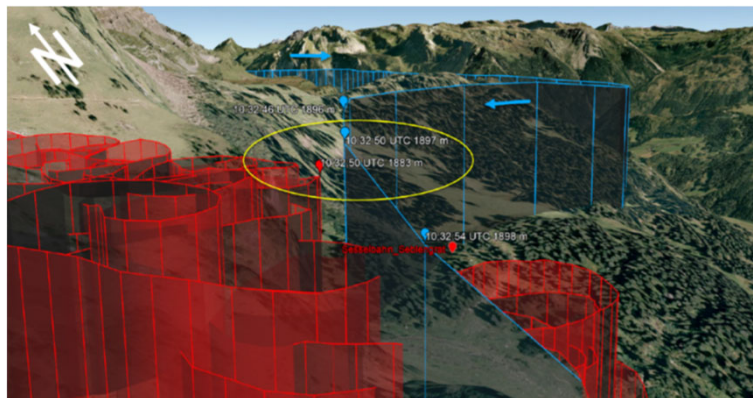
Fastkollision Motorflugzeug vs Gleitschirm



11



Fastkollision Motorflugzeug vs Gleitschirm



12



Fastkollision Motorflugzeug vs Gleitschirm



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

13

13



Fastkollision Motorflugzeug vs Gleitschirm



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

14

14



Segregate - Fastkollisionen im Luftraum der Klasse G und E – lessons learned

- *Situational Awareness* – Was habe ich sonst noch für Luftraumbenutzer zu erwarten?
- Bekannte *hot spots* meiden
- Funktionsfähige Warnsysteme mitführen
- *See and avoid* – im Wissen, dass die Wirksamkeit begrenzt ist

15



Fastkollision IFR-Schulflugzeug vs 2 Segelflugzeuge



16



Fastkollision IFR-Schulflugzeug vs 2 Segelflugzeuge



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

17

17



Fastkollision IFR-Schulflugzeug vs 2 Segelflagzeuge



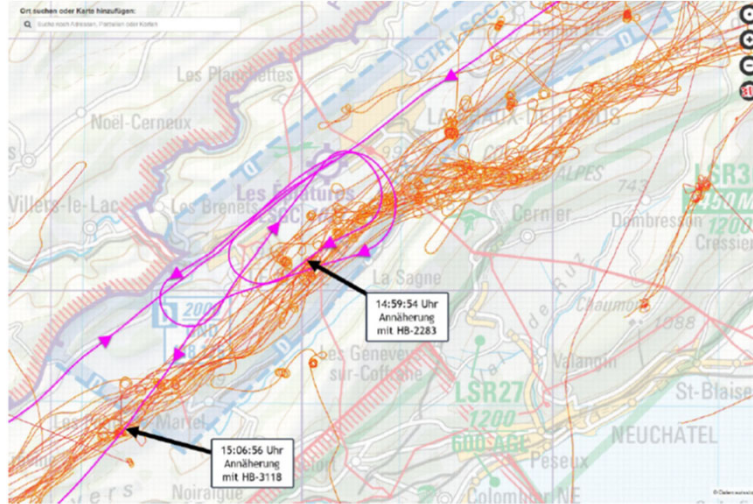
Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

18

18



Fastkollision IFR-Schulflugzeug vs 2 Segelflugzeuge



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025

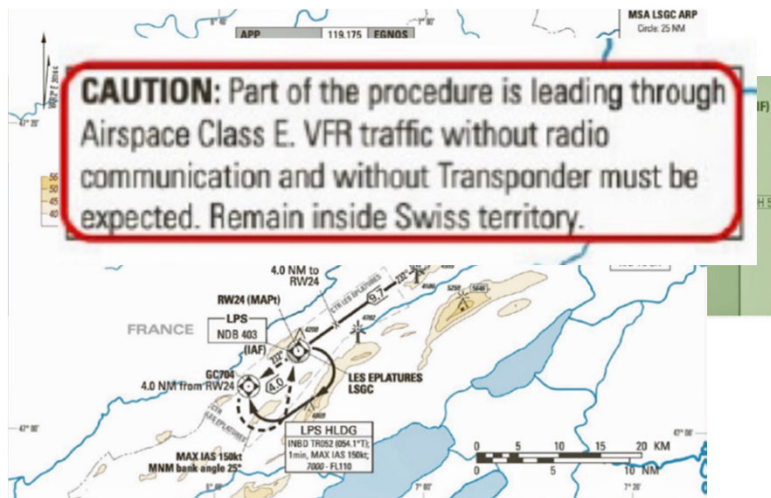
Daniel W. Knecht

19

19



Fastkollision IFR-Schulflugzeug vs 2 Segelflugzeuge



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025

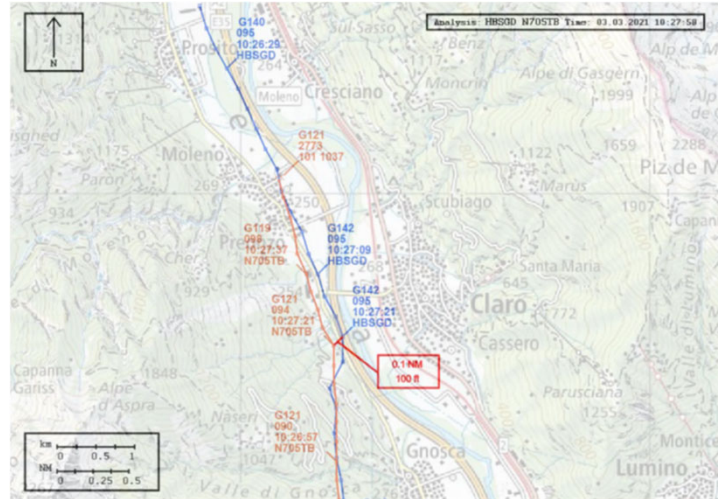
Daniel W. Knecht

20

20



LFN-Wegpunkte – Mit Präzision zur Kollision...



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

21

21



Segregate – Mischlufträume – Lessons learned

- Kenntnis wahrscheinlicher Flugwege anderer Luftraumbenutzer
- LFN-Navigationspunkte – für IFR-Verkehr gedacht
- Zivile Verkehrsinformationsdienste verfügen in Tälern kaum über präzise Radarsysteme und nur wenig Kapazität
- Verkehrsregeln – grosse Wolkenabstände...

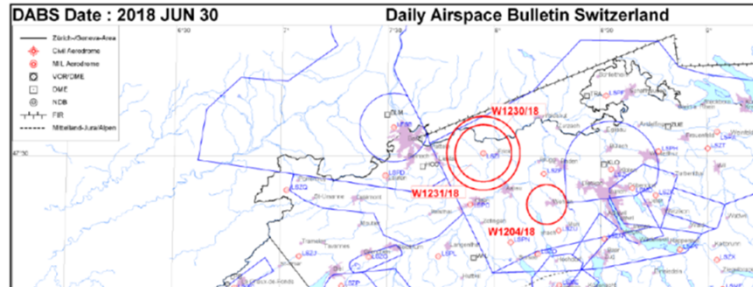
Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

22

22



Fastkollision Segelflugzeug – Patrouille Suisse



<p>NOTAM-Nr: W1230/18 Gültigkeit: 1200 – 1315 UTC Untergrenze: GND Obergrenze: 2000m / 6500ft Zentrum: 473032N 0075700E Radius: 13.0 KM / 7.0 NM</p>	<p>TEMPO R-AREA ESTABLISHED AD FRICKTAL-SCHUPFART, RADIUS 13.0 KM (473032N0075700E RADIUS 7.0 NM). DUE TO AIRDISPLAY. WI AIRSPACE ECHO AND SIWISS TERRITORY ONLY. ENTRY PROHIBITED WHEN ACT, EXC HEL EMERG MEDICAL SER (HEMS) FLT. FOR INFO ON ACT AND HEMS COOR CTC FRICKTAL-SCHUPFART 119.550 MHZ.</p>
<p>NOTAM-Nr: W1231/18 Gültigkeit: 1200 – 1315 UTC Untergrenze: 1700m / 5500ft Obergrenze: FL 120 Zentrum: 473032N 0075700E Radius: 10.0 KM / 5.4 NM</p>	<p>TEMPO R-AREA ESTABLISHED AD FRICKTAL-SCHUPFART, RADIUS 10.0 KM (473032N0075700E RADIUS 5.4 NM). DUE TO AIRDISPLAY. WI SIWISS TERRITORY ONLY. LOWER LIMIT AIRSPACE CLASS CHARLIE. ENTRY PROHIBITED WHEN ACT, EXC HEL EMERG MEDICAL SER (HEMS) FLT. FOR INFO ON ACT AND HEMS COOR CTC FRICKTAL-SCHUPFART 119.550 MHZ.</p>

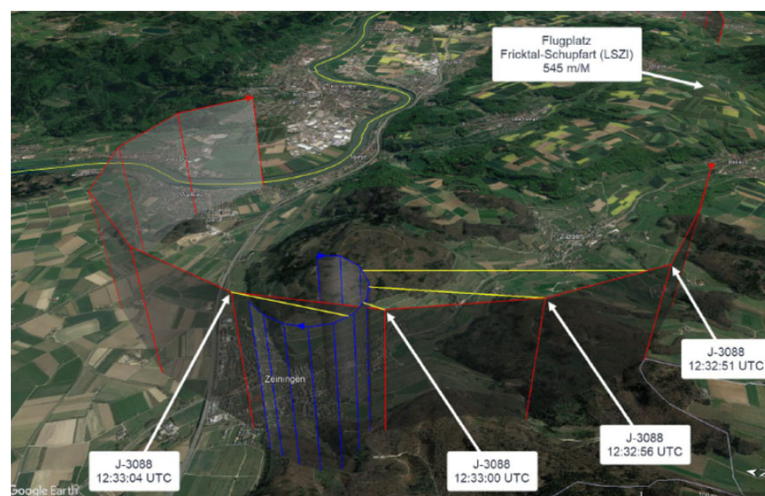
Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

23

23



Fastkollision Segelflugzeug – Patrouille Suisse



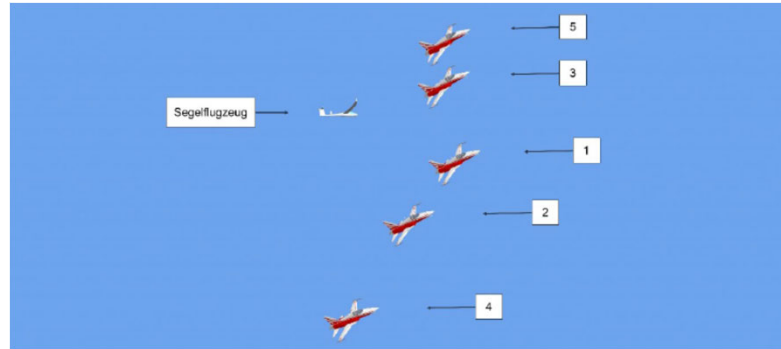
Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

24

24



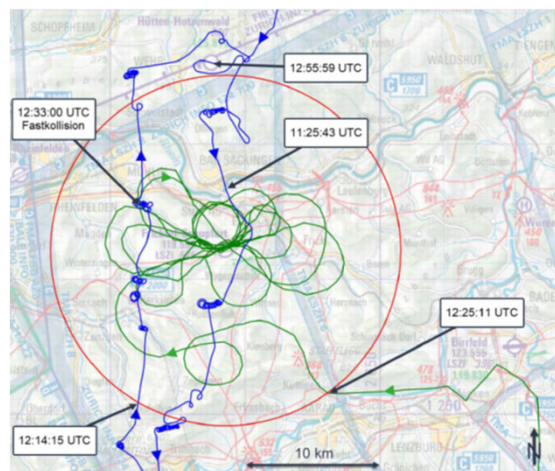
Fastkollision Segelflugzeug – Patrouille Suisse



25



Fastkollision Segelflugzeug – Patrouille Suisse



26



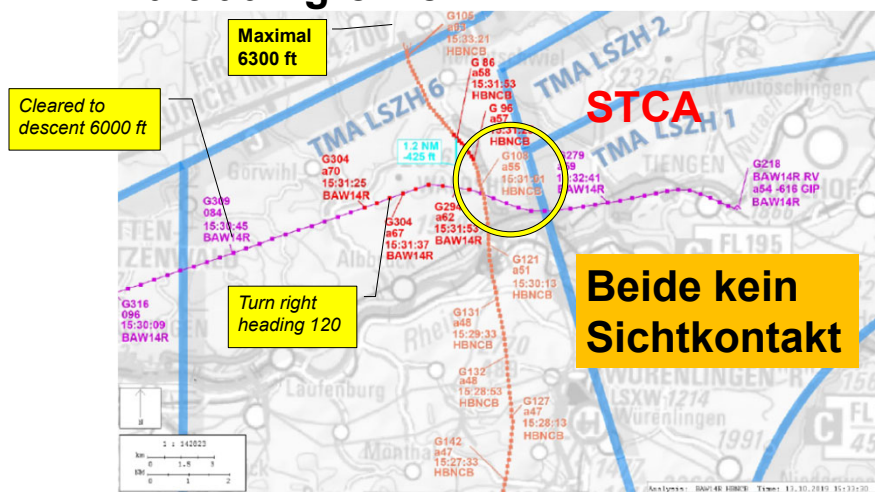
Segregate – Umgang mit Flugbeschränkungsgebieten – lessons learned

- Verlässliche Informationen über Flugbeschränkungsgebiete verwenden – insbesondere bei grenzüberschreitenden Flügen
- Grenzen elektronischer Informationssysteme kennen und berücksichtigen

27



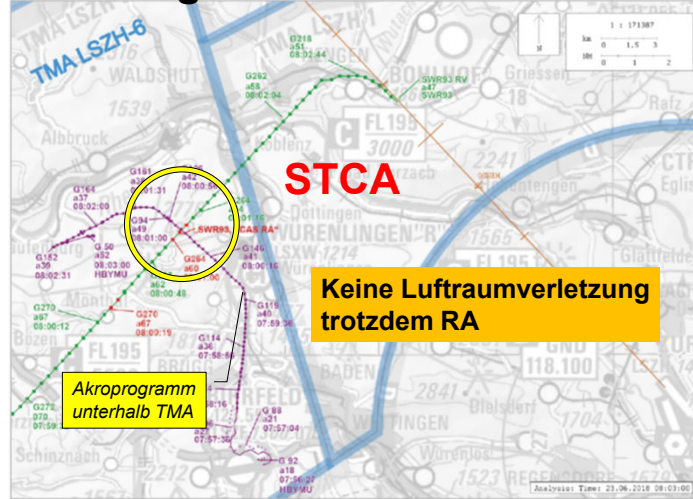
Segregate – Airprox an Luftraumgrenzen



28



Segregate – Airprox an Luftraumgrenzen



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025

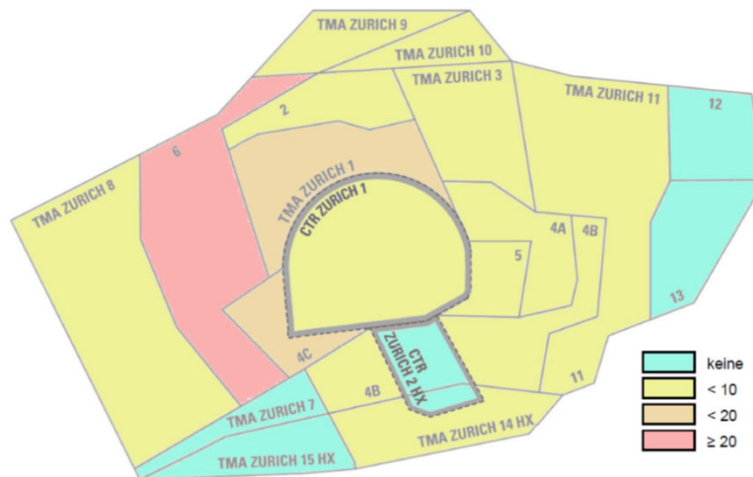
Daniel W. Knecht

29

29



Luftraumverletzungen TMA LSZH 2018



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025

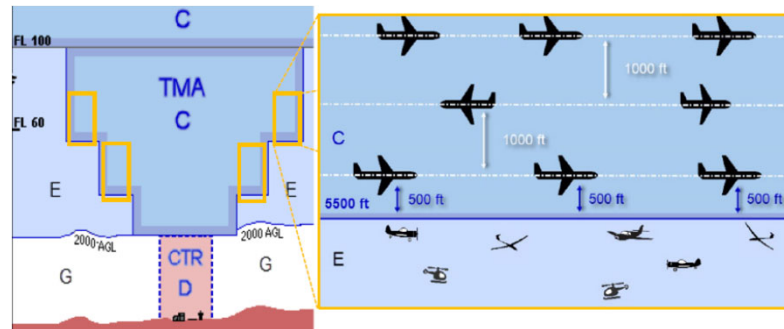
Daniel W. Knecht

30

30



Staffelung IFR-VFR – reduzierte Abstände zu Gunsten GA



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

31

31



Segregate – Luftraumgrenzen - Lessons learned

- Geringe Vertikalabstände zwischen VFR-Verkehr unterhalb von TMA und IFR-Verkehr innerhalb der TMA – Bewegungsfreiheit für die General Aviation – Verantwortung!
- Präzise Navigation im Bereich der Luftraumgrenzen – Wie viel Risiko nehme ich in Kauf?
- Verzicht auf Kunstflugfiguren mit grosser Annäherungsgeschwindigkeit an die Luftraumgrenze

Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

32

32



Fastkollision in der Transponder Mandatory Zone



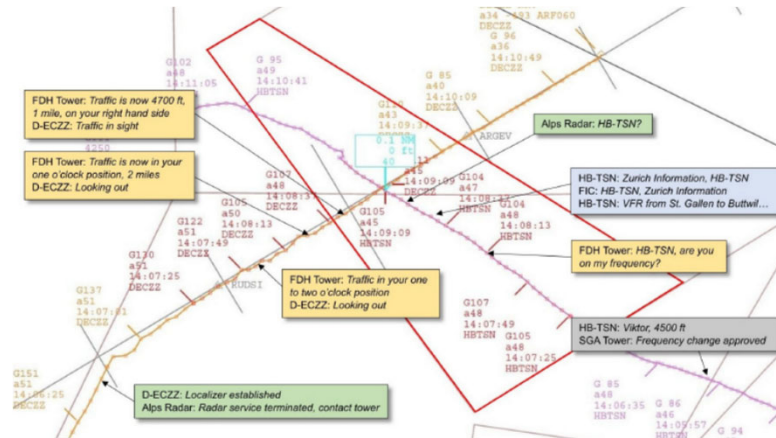
Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

33

33



Fastkollision in der Transponder Mandatory Zone



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

34

34



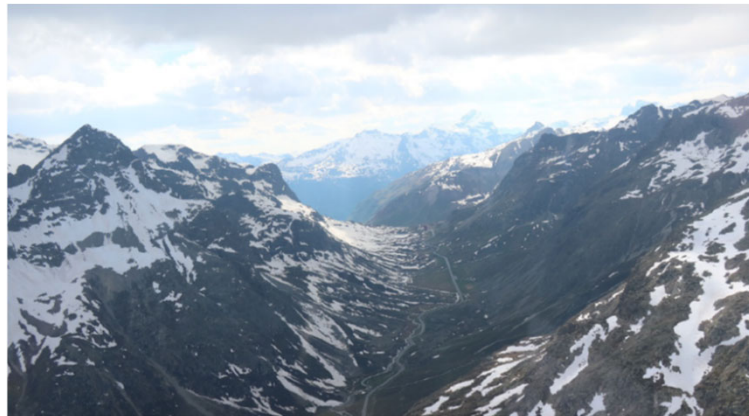
Segregate – Wenn Regeln eingehalten werden und es trotzdem gefährlich wird...

- Verschieden Kommunikationssysteme im gleichen Luftraum
- Freiwillige Hörbereitschaft stellt die Erreichbarkeit im Bedarfsfall in Frage
- *Listening Squawk* verstehen und anwenden
- Regeln im AIP decken nicht alle Fälle ab
- Bedeutung von Ausweichregeln?

35



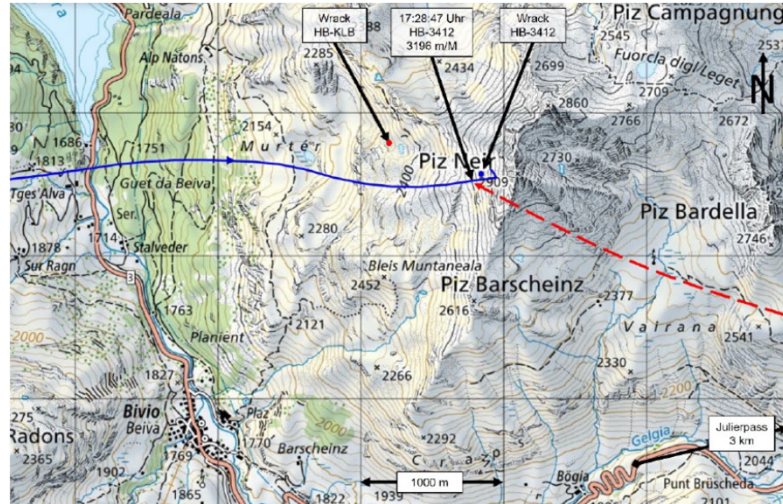
No See, Sense and Segregate – Mid air collision DR 400 vs ASW 27



36



Mid air collision DR 400 vs ASW 27



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

37

37



No See, Sense and Segregate – lessons learned

- Transponder nutzen
- Funkkontakt mit nützlichen Stellen
- Funktionsfähige Warnsysteme mitführen
- *See and avoid* – auch Passagiere einsetzen, Achtung vor Ablenkung
- SAR – Spuren hinterlassen...

Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

38

38



Problem bekannt – Lösung?

SE	Themenbereich	Datum	Umsetzungsstand
Nr. 466	Festlegung von Transponderzonen	16.05.2013	Teilweise umgesetzt
Nr. 467	Massnahmen, dass Luftraumgrenzen respektiert werden	16.05.2013	Nicht umgesetzt
Nr. 468	Systematische Erfassung von Luftraumverletzungen (auch ohne Transponder) und Verringerung der damit verbundenen Risiken	16.05.2013	Nicht umgesetzt
Nr. 484	Prüfung und Vereinfachung der Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich	19.08.2014	Nicht umgesetzt
Nr. 518	Mitführen eines betriebsbereiten und eingeschalteten Transponders für alle Luftfahrzeuge	20.03.2017	Nicht umgesetzt
Nr. 519	Neugestaltung der Lufträume mit ausreichender Dimensionierung um die Schweizer Flughäfen herum	20.03.2017	Nicht umgesetzt
Nr. 520	Massnahmen zur Warnung von Flugverkehrsleitern vor nicht bewilligten Einflügen in kontrollierte Lufträume	20.03.2017	Umgesetzt

39



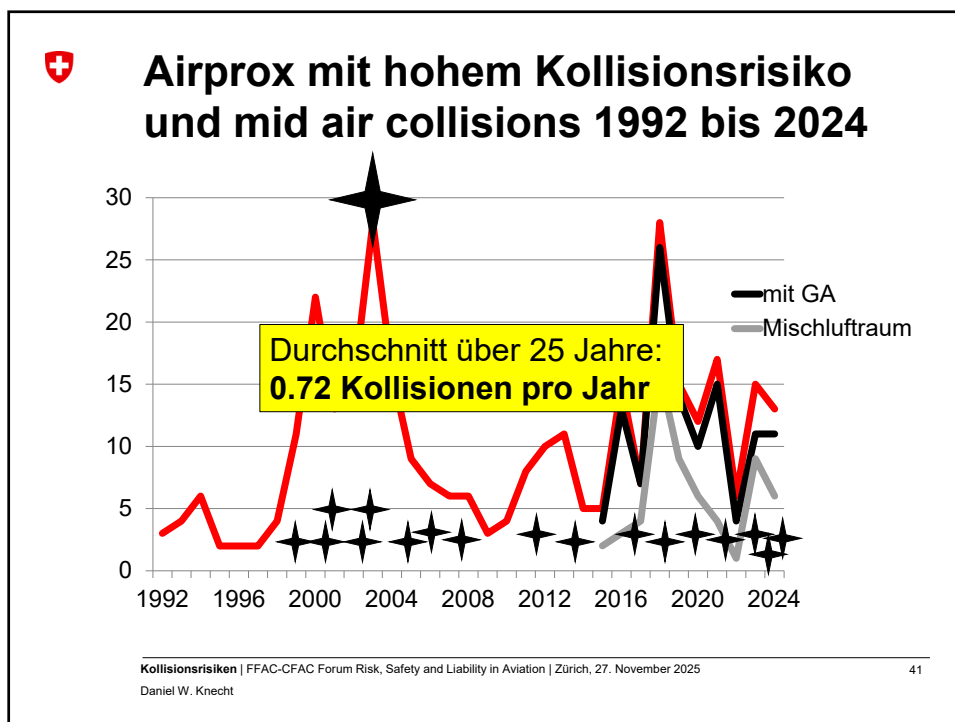
Problem bekannt – Lösung?

Das BAZL beabsichtigt, dieses Sicherheitsdefizit im Rahmen des Grossprojektes «Luftraum- und Aviatikinfrastruktur-Strategie Schweiz» (AVISTRAT-CH¹⁴) zu beheben. Dessen vollst. Umsetzung ist **nicht vor 2035 zu erwarten.**


Sicherheitsempfehlung Nr. 574

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte vor der vollständigen Umsetzung des Projektes AVISTRAT-CH und zeitnah durch geeignete Massnahmen, unter anderem durch Massnahmen im Bereich der bereits ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen Nr. 466, 467, 468, 484, 518 und 519, sicherstellen, dass das Risiko einer gefährlichen Annäherung als Folge einer Luftraumverletzung reduziert wird.

40



41

 **Zusammenfassung**

- Herausforderungen ohne absehbare Lösung
 - **See** – wichtig, aber unzureichend
 - **Sense** – Inkompatible Systeme, fehlende Transponderpflicht, (noch) fehlende ADS-B-Bodenstationen
 - **Segregate** – Luftraumstruktur, Dichte
- **Statistische Wahrscheinlichkeit ist hoch für Kollisionen**
 - **GA-Luftfahrzeug – GA-Luftfahrzeug**
 - **Verkehrsflugzeug – GA-Luftfahrzeug**
 - **Luftfahrzeug der LW – GA-Luftfahrzeug**

Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

42



Ausblick...



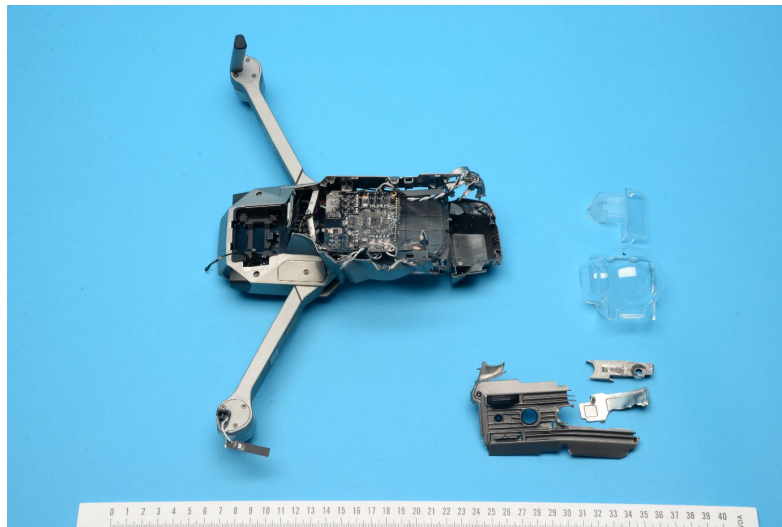
Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

43

43



Drohnen



Kollisionsrisiken | FFAC-CFAC Forum Risk, Safety and Liability in Aviation | Zürich, 27. November 2025
Daniel W. Knecht

44

44



Drohnen



www.sust.admin.ch

Themen	Dokumentation	Berichte	Sicherheitsempfehlungen	Die SUST
--------	---------------	----------	-------------------------	----------

SUST Startseite

Willkommen bei der SUST
 Die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) ist die staatliche Behörde der Schweizerischen Eidgenossenschaft, welche den Auftrag hat, Unfälle und gefährliche Ereignisse von Bahnen, Luftfahrzeugen und Schiffen zu untersuchen. Durch diese Tätigkeit sollen nicht nur die unmittelbaren Ursachen solcher Ereignisse ermittelt, sondern auch deren tieferliegende Gründe und weitere mit ihnen verbundene Risiken gefunden werden. Diese Form der Untersuchung hat zum ausschliesslichen Ziel, Erkenntnisse zu gewinnen, mit denen künftige Unfälle und Gefahrsituationen verhindert werden können und die eine Erhöhung der Sicherheit zur Folge haben. Hingegen sollen die Ergebnisse einer solchen Sicherheitsuntersuchung nicht der Klärung von Schuld- und Haftungsfragen dienen.

Neu eröffnete Untersuchungen

Datum	Ort	Details	Links
19.02.2017	Aéroport de Sion (L.SGS) HB-CZO / HB-PZY		Rapport de première information 473 kb
07.02.2017	Arcana TI	HB-XFQ	Rapport préliminaire 18 kb
07.02.2017	Winterthur ZH	Kollision Zug mit Hindernis	Vorbericht 20 kb
02.02.2017	Valleyres-sous-Rances VD	HB-KPC	Rapport de première information 19 kb
18.01.2017	Hochdorf LU	Entlassung einer Rangierbewegung	Vorbericht 19 kb

Kürzlich publizierte Schlussberichte

Unfalldatum	Publikationsdatum	Ort	Details	Links
30.01.2017	22.02.2017	Häselberg - Märsalp BE	Fahrzeugabsturz	Zusammenfassender Bericht 224 kb

News Alle

03.12.2016
 Studie über die Organisation und die Wirksamkeit des Such- und Rettungsdienstes der zivilen Luftfahrt in der Schweiz

Schnelleinstieg

- [Berichte Aviatik suchen](#)
- [Berichte Bahnen und Schiffe suchen](#)
- [Sicherheitsempfehlungen Aviatik suchen](#)
- [Sicherheitsempfehlungen Bahnen und Schiffe suchen](#)
- [Jahresberichte](#)
- [Formulare](#)
- [Meldungen über neue Berichte abonnieren](#)
- [Adresse](#)