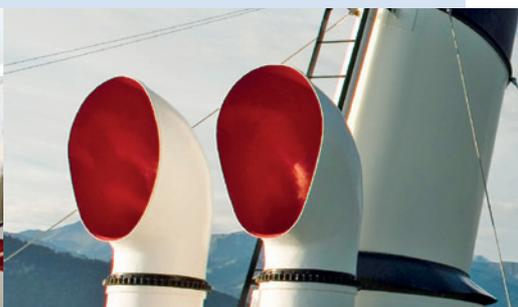


Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

Jahresbericht 2019



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

Impressum

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

Postadresse: 3003 Bern

Tel. +41 58 466 33 00

Fax +41 58 466 33 01

www.sust.admin.ch

Bilder Fotolia

Auflage 1800

Erscheint in deutscher, französischer, italienischer und englischer Sprache

6/2020

Inhalt

1	Editorial	4
2	Management Summary	6
3	Organisation	8
3.1	Personelles	8
3.2	Finanzen	9
3.3	Leistungsziele	9
4	Untersuchungen und Ergebnisse	13
4.1	Übersicht über die Untersuchungen des gesamten Untersuchungsdienstes	13
4.2	Übersicht nach Verkehrsträger	14
5	Sicherheitsempfehlungen und -hinweise	17
5.1	Allgemeines	17
5.2	Luftfahrt	19
5.3	Eisenbahnen	26
5.4	Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt	32
6	Analyse	33
6.1	Luftfahrt	33
6.2	Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt	37

Anhang

Anhang 1:	Verzeichnisse zu den Anzahl Meldungen, den eröffneten, laufenden und abgeschlossenen Untersuchungen sowie den publizierten Schlussberichten, Zwischenberichten und Studien bezüglich der Luftfahrt	43
Anhang 2:	Verzeichnisse zu den Anzahl Meldungen, den eröffneten, laufenden und abgeschlossenen Untersuchungen sowie den publizierten Schlussberichten, Zwischenberichten und Studien im öffentlichen Verkehr und der Hochseeschifffahrt	46
Anhang 3:	Statistische Angaben zu Zwischenfällen in der Luftfahrt	48
Anhang 4:	Daten der Luftfahrt für die statistische Auswertung (Kapitel 6) sowie dafür verwendete Methoden und konzeptionelle Überlegungen	62

1 Editorial



Die Arbeiten der SUST im Jahr 2019 waren geprägt durch umfangreiche Untersuchungen von Unfällen, die in der Öffentlichkeit und in Fachkreisen viel Beachtung fanden. In der Aviatik stand die Ursachenuntersuchung zum Absturz der «Tante JU» vom 4. August 2018 im Zentrum. In einem Zwischenbericht wurden Ende 2018 Sicherheitsdefizite festgehalten und Sofortmassnahmen empfohlen. Diese führten im Berichtsjahr zu einschneidenden Massnahmen der Aufsichtsbehörde.

Bei den Eisenbahnen standen aufwändige Untersuchungshandlungen zu den Entgleisungen von Reisezügen in Luzern (22. März 2017), Basel (29. November 2017) sowie Basel Badischer Bahnhof (17. Februar 2019) an. Diese Untersuchungen konnten mit Sicherheitsempfehlungen in den Schlussberichten abgeschlossen werden. Die Untersuchung des Unfalls eines Zugchefs, der am 4. August 2019 in Baden in einer Tür eines Reisezugwagens eingeklemmt und tödlich verletzt wurde, führte rasch zur Empfehlung von Sofortmassnahmen. Auch hier wurden in

der Folge die Aufsichtsbehörde und die Eisenbahnverkehrsunternehmen schnell aktiv, um die Sicherheitsdefizite mit aus ihrer Sicht geeigneten Massnahmen zu reduzieren.

Die Öffentlichkeit erwartet einen hohen Sicherheitsstandard im öffentlichen Verkehr und in der Fliegerei. Diesen erreichen wir, wenn jede beteiligte Stelle ihre Verantwortung in der ihr zugeschriebenen Rolle möglichst gut wahrnimmt. Auch muss das Rollenspiel, d. h. die Zusammenarbeit, die Schnittstellen und die Kommunikation zwischen diesen Beteiligten, möglichst optimal funktionieren. Ein solcher «Sicherheitsverbund» aller Beteiligten bietet die beste Voraussetzung dafür, dass vergleichbare Unfälle und damit viel menschliches Leid in Zukunft vermieden werden können.

Geschieht ein Unfall, bleibt keine Zeit für Grundsatzdiskussionen. Wir werden deshalb nicht müde, immer wieder zu erklären, was die Rolle der SUST in diesem Sicherheitsverbund ist. Der Zweck der SUST als unabhängige Organi-

sation ist einzig und allein die Prävention. Für Fragen zu Schuld und Haftung ist die Gerichtsbarkeit zuständig. Sie sind nicht Gegenstand der Untersuchung durch die SUST. Unsere Ergebnisse dienen dazu, dass die Beteiligten aus den Geschehnissen lernen können und die notwendigen Vorkehrungen treffen. Es liegt dann in der Verantwortung der Aufsichtsbehörden bzw. der Unternehmen, wie sie die Empfehlungen umsetzen. Und es ist Sache der Aufsichtsorgane dieser Organisationen – und nicht der

SUST – darüber zu wachen, ob die Rollen erfüllt werden. Die SUST selber hat keine Aufsichtsfunktion, kann aber als unabhängige Stelle im Sicherheitsverbund die notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen zu betrieblichen, technischen, organisatorischen und menschlichen Sicherheitsfragen bieten.

Pieter Zeilstra
Präsident der ausserparlamentarischen
Kommission

2 Management Summary



Im Jahr 2019 wurden der SUST gesamthaft 1849 Zwischenfälle gemeldet. Im Bereich der Luftfahrt wurde mit 1566 Meldungen ein weiterer Höchstwert verzeichnet. Wenn auch die Zunahme gegenüber dem Jahr 2018 nur zehn Meldungen umfasst, so sind es doch rund 24 % mehr, als der Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2017 und über 40 % mehr als noch im Jahr 2014. Im Bereich des öffentlichen Verkehrs wurden 280 Zwischenfälle gemeldet und damit im Vergleich zu den letzten fünf Jahren ein Tiefstwert verzeichnet. Drei der gemeldeten Zwischenfälle betrafen die Hochseeschifffahrt. Die Analyse dieser Meldungen führte zur Eröffnung von 79 Untersuchungen, 64 im Bereich der Luftfahrt und 15 im Bereich des öffentlichen Verkehrs.

Der Untersuchungsdienst konnte total 94 Untersuchungen zu Unfällen und schweren Vorfällen abschliessen. Darunter waren 72 Zwischenfälle, deren Präventivpotential eine summarische Un-

tersuchung rechtfertigte. Im Rahmen ihrer Untersuchungen sprach die SUST im Jahr 2019 insgesamt 20 Sicherheitsempfehlungen und 10 Sicherheitshinweise aus.

Im Bereich der Luftfahrt wurde vor allem die Untersuchung des Unfalles einer Junkers Ju 52, der sich im August 2018 ereignet hatte, vorangetrieben. Neben einer im Vergleich zu früheren Jahren geringeren Anzahl von Unfällen und schweren Vorfällen im Bereich der allgemeinen Luftfahrt, ereigneten sich mehrere Triebwerkexplosionen, bei den neu in der Schweiz registrierten Flugzeugen Airbus A220. Die Zwischenfälle ereigneten sich im Ausland und wurden deshalb von anderen Sicherheitsuntersuchungsstellen untersucht. Der Bereich Aviatik unterstützte diese Untersuchungen intensiv, um so rasch als möglich zu einer nachhaltigen Lösung dieses Problems beizutragen. Im Jahr 2019 wurden die ersten beiden Unfälle von kommerziell eingesetzten Drohnen untersucht, wobei in beiden

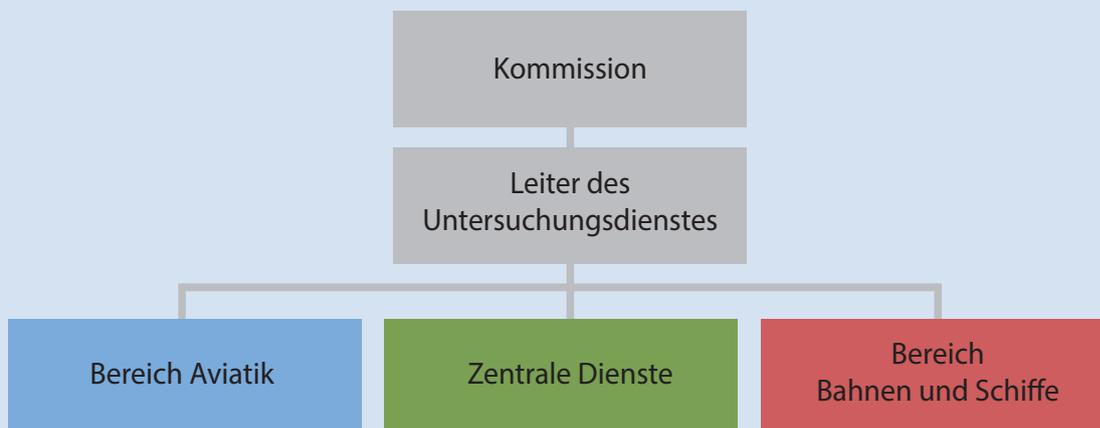
Fällen durch entsprechende Sicherheitsempfehlungen wichtige Sicherheitsdefizite dieser Luftfahrzeuge adressiert werden konnten. Der erste Unfall eines elektrisch angetriebenen Flugzeuges in der Schweiz fand beträchtliches internationales Interesse, da diese ökologische Technologie auch in vielen Nachbarländern als zukunftssträchtig angesehen und gefördert wird. Dies hatte zur Folge, dass der Bereich Aviatik im engen Austausch mit anderen Behörden die ersten Erkenntnisse aus diesem Unfall teilen und damit zu einer Verbesserung der Sicherheit beitragen konnte.

Der Bereich Bahnen und Schiffe konnte im Berichtsjahr vier grössere und aufwändige Untersuchungen zu Entgleisungen abschliessen; die Entgleisungen in Luzern (22. März 2017), Bern (29. März 2017), Basel (29. November 2017) und Basel Badischer Bahnhof (17. Februar 2019). Im

Fall von Luzern und Basel wurden aufwändige Simulationen durchgeführt, um den Ablauf der Entgleisungen nachvollziehen und wesentliche Faktoren identifizieren zu können. In den Schlussberichten wurden Sicherheitsempfehlungen zur Behebung von Defiziten im Bereich Rad-Schiene ausgesprochen. Bei der Untersuchung einer Beinahekollision zwischen einem S-Bahn-Zug und einer Rangierlok in St. Margrethen (16. September 2016) wurden Defizite im Bereich des Störungsmanagements zwischen verschiedenen Akteuren im Eisenbahnsektor identifiziert und aufgezeigt. Der tödliche Unfall eines Zugchefs in Baden (4. August 2019) war u. a. auf einen schweren Mangel im Einklemmschutz des Türsystems und der Türrückmeldung in den Führerstand zurückzuführen. Ein Zwischenbericht mit Empfehlungen zur Behebung dieser Defizite wurde innerhalb kurzer Zeit dem BAV zugestellt.

3 Organisation

Die SUST ist eine ausserparlamentarische Kommission nach den Artikeln 57a-57g des Regierungs- und Verwaltungsorganisationsgesetzes (RVOG; SR 172.010). Sie untersucht Ereignisse in der Luftfahrt, im öffentlichen Verkehr und in der Seeschifffahrt nach den Vorgaben der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV; SR 742.161). Die Untersuchungen bestehen aus einer unabhängigen Abklärung der technischen, betrieblichen und menschlichen Umstände und Ursachen, die zum Ereignis geführt haben. Die Untersuchungen haben ausschliesslich zum Ziel, die Sicherheit im Verkehrswesen zu verbessern, das heisst, ähnliche Zwischenfälle in der Zukunft zu verhüten. Die Berichte richten sich an Fachleute der betreffenden Branchen und an die interessierte Öffentlichkeit. Die Berichte richten sich explizit nicht an Strafverfolgungs- und Administrativbehörden.



Der Bundesrat ernennt die Mitglieder der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle. Die SUST ist administrativ dem GS-UVEK angegliedert.

3.1 Personelles

Im Berichtsjahr hat ein Untersuchungsleiter im Bereich Bahnen und Schiffe die SUST verlassen und eine neue berufliche Herausforderung angenommen. Mit der Anstellung eines neuen Untersuchungsleiters per Oktober 2019 konnte dieser Weggang kompensiert werden.

Eine wichtige Voraussetzung für die Qualität der Untersuchung von Zwischenfällen ist der Kompetenzerhalt der Untersuchungsleiter. Dabei ist nicht nur das Wissen um Veränderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen oder Entwicklungen in betrieblichen und technischen Bereichen von Bedeutung, sondern auch The-

men wie die Arbeitssicherheit auf Unfallstellen und die psychische Verarbeitung von belastenden Eindrücken. Auch im Jahr 2019 besuchten deshalb die Untersuchungsleiter und auf Unfallstellen eingesetzte Untersuchungsbeauftragte einen Grundkurs bzw. Auffrischkurse in psychologischer Notfallversorgung. Für die Arbeit auf Unfallstellen wurde ebenfalls eine Grundausbildung Arbeitssicherheit sowie eine Auffrischungsschulung durchgeführt.

Wie alle Jahre haben Mitarbeiter beider Bereiche, Aviatik wie auch Bahnen und Schiffe, bei mehreren spezifischen Stabs- oder Einsatzübungen zu Unfällen mitgewirkt. Bei diversen Schulungs- und Präventionsveranstaltungen

(Polizeicorps, Feuerwehren, Einsatzkräfte auf Flughäfen) haben Mitarbeiter des Untersuchungsdienstes Vorträge gehalten. Auch das internationale Netzwerk wurde mit der Teilnahme an mehreren Meetings und Weiterbildungen gepflegt.

3.2 Finanzen

Im Berichtsjahr stand der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle ein Budget von knapp 7.8 Millionen Franken zur Verfügung. Die Untersuchungen zum Grossunfall der Junkers Ju 52 vom 4. August 2018 am Piz Segnas haben auch im Jahr 2019 zu einem erheblichen Mehrbedarf an Ressourcen geführt. Dazu standen der SUST vom Parlament bewilligte zusätzliche Mittel in der Höhe von 2.8 Millionen Franken zur Verfügung.

Von den insgesamt 10.6 Millionen Franken wurden bis Ende des Berichtsjahres etwas mehr als 8.7 Millionen effektiv benötigt. Das per Juli 2018 erhöhte Pensums des technischen Untersuchungsleiters und die Anstellung des Leiters des Untersuchungsdienstes per August 2018 führten zu einer Überschreitung des Budgets im Personalbereich. Diese betrug 14.4 %. Beim Sach- und Betriebsaufwand hingegen wurden 2.27 Millionen Franken weniger benötigt, als budgetiert. Ein Teil der Leistungen im Zusammenhang mit dem Unfall der Ju 52 konnten aufgrund der Komplexität nicht wie geplant im Berichtsjahr abgeschlossen werden. Die erbrachten Leistungen werden im Jahr 2020 verbucht. Zudem mussten auch im Jahr 2019 aufgrund des Grossunfalls andere Arbeiten zeitlich verschoben werden, was zu geringeren Ausgaben beim ordentlichen Budget führte.

Die Tätigkeit der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle stellt – wie auch in anderen Ländern allgemein üblich – eine Grunddienstleistung des Staates zur Verbesserung der Sicherheit dar. Sie wird deshalb fast ausschliesslich von der öffentlichen Hand finanziert. So werden sämtliche Produkte der SUST, insbesondere die Schlussberichte der Untersuchungen, über das Internet kostenlos zur Verfügung gestellt. Gedruckte und gebundene Exemplare dieser Berichte können bei Bedarf einzeln oder im Abonnement gegen Entgelt bezogen werden. Der Verkauf dieser Druckerzeugnisse lieferte im Jahr 2019 einen Betrag in der Höhe von 32 375 Franken und stellte die einzige regelmässige externe Einnahmequelle der SUST dar.

3.3 Leistungsziele

Am 1. Januar 2017 wurde das neue Führungsmodell für die Bundesverwaltung (NFB) eingeführt; es soll die Verwaltungsführung auf allen Ebenen verstärken sowie die Transparenz und Steuerbarkeit der Leistungen erhöhen. Auch die SUST hat das NFB eingeführt und folgende betriebliche Projekte, Vorgaben und Leistungsziele für das Jahr 2019 definiert:

Projekte und Vorhaben

- Ermittlung der Potentiale für die Beschleunigung der Untersuchungsprozesse;
- Abbau der Anzahl älterer, noch nicht abgeschlossener Untersuchungen;
- Vorlage Revisionsentwurf der Verordnung über die Untersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) für die Ämterkonsultation.

Mögliche Optimierungen der Untersuchungsprozesse wurden identifiziert. Die Untersuchungsleiter wurden auf die Beschleunigung von Untersuchungen bzw. die Optimierungen hin sensibilisiert. Der Abbau der hängigen Untersuchungen wird seit 2018 in den Jahreszielen des Untersuchungsdienstes vorgegeben. Das Projekt wurde somit umgesetzt.

Die Massnahmen zeigen erste Wirkungen. Es werden vermehrt summarische Untersuchungen durchgeführt, bei den ausführlichen Untersuchungen wird konsequent auf das Prinzip «needed vs. nice to know» geachtet. Der Abbau der pendenten Untersuchungen wird aber aufgrund der grossen Zahl noch über einige Jahre hinweg andauern. Diese Pendenzen werden sich während der Abbauphase negativ auf die Messkriterien des Leistungszieles «Rasche Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen» auswirken, was aus den Zahlen zur Erhebung der Leistungsziele für das Berichtsjahr ersichtlich ist. Erste leichte Verbesserungen gegenüber 2018 konnten erzielt werden, aber die Leistungen sind immer noch deutlich unterhalb der gesteckten Ziele. Die Umsetzung hat somit noch nicht die volle Wirkung entfaltet.

Die Revision der VSZV musste aufgrund anderer prioritärer Projekte, die sich als deutlich aufwändiger als angenommen gestalteten, zurückgestellt werden. Die notwendigen Anpassungen der Verordnung aufgrund der Übernahme der technisch-betrieblichen Säule des 4. Eisenbahnpakets konnten hingegen im Rahmen der Revision des Eisenbahngesetzes (EBG) eingebracht werden. Die Revision der VSZV wird im Jahr 2020 als prioritäres Projekt vorangetrieben.

Leistungsziele

Ziele und Messgrössen	2018 IST	2019 SOLL	2019 IST	2020 PLAN
Konformitätsprüfung: Die internen Richtlinien und Verfahren werden an den aktuellen Stand der internationalen Vorgaben angepasst				
Ein Konformitätsprüfungsverfahren jährlich im Bereich Aviatik gem. International Civil Aviation Organization ICAO Annex 13, EU Vo 996/2010 (ja/nein)	ja	ja	ja	ja
Rasche Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen: Die SUST sorgt durch geeignete Massnahmen dafür, dass die Untersuchungen von Zwischenfällen zeitgerecht bzw. gesetzeskonform abgeschlossen werden.				
Abschluss Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Luftfahrzeugen mit Abflugmassen von bis zu 5700 kg innert 12 Monaten (% , minimal)	11	80	6	80
Abschluss Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Bahnen, Schiffen und Bussen mit eidg. Konzession innert 12 Monaten (% , minimal)	20	75	29	80
Abschluss Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Luftfahrzeugen mit Abflugmassen von mehr als 5700 kg innert 18 Monaten (% , minimal)	17	80	0	80
Abschluss summarischer Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Luftfahrzeugen innert 6 Monaten (% , minimal)	30	80	27	80
Abschluss summarischer Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Bahnen, Schiffen und Bussen innert 6 Monaten (% , minimal)	31	80	71	80

Die Ziele wurden teilweise erreicht. In folgenden Bereichen sind grössere Abweichungen vorhanden:

Rasche Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen: Die im Jahr 2019 erreichten Werte liegen deutlich unter den Sollwerten und sind teilweise tiefer als diejenigen des Jahres 2018.

Der zeitliche Aufwand für die Durchführung von Untersuchungshandlungen und die Erarbeitung der Berichte lag in vielen Fällen über den Ordnungsfristen und den SUST-internen Vorgaben. Der Grund waren andere dringende Arbeiten in der Luftfahrt, die höhere Priorität hatten als das Abschliessen von Untersuchungen:

- Der Grossunfall der Ju 52 vom 4. August 2018 hat auch im Jahr 2019 einen signifikanten Anteil der Ressourcen gebunden.
- Die Zahl der Ereignismeldungen war auch im Jahr 2019 überdurchschnittlich hoch. Dies hat entsprechend mehr Ressourcen für Vorabklärungen gebunden. Diese müssen ohne Verzögerung durchgeführt werden, ansonsten können für die Untersuchung relevante Daten und Informationen nicht mehr sicher gestellt werden.
- Durch die in den letzten Jahren stark gestiegene Anzahl an gemeldeten Ereignissen im Bereich Luftfahrt bei gleichbleibenden Ressourcen haben sich Pendenzen angehäuft. Der Abbau dieser älteren Pendenzen hat Verzögerungen bei der Erstellung von Berichten zu jüngeren Ereignissen zur Folge.

Im Bereich Bahnen und Schiffe lagen die zur Verfügung stehenden Ressourcen während knapp der Hälfte des Jahres unter dem Sollwert. Grund dafür waren personelle Wechsel. Die Einarbeitungszeit neuer Untersuchungsleiter ist,

bis diese effektiv produktiv sind, vergleichsweise lang, da diese Kompetenz auf dem Arbeitsmarkt kaum zu finden ist.

Im Hinblick auf die präventive Wirkung von Sicherheitsuntersuchungen, d. h. eine möglichst zeitnahe Veröffentlichung der Erkenntnisse aus den Untersuchungen, hat die Kommission im Jahr 2018 entschieden, dass als Abschluss der Untersuchungen im Sinn von Art. 52 VSZV nicht der Abschluss der eigentlichen Untersuchungshandlungen, sondern die Genehmigung des jeweiligen Berichts gelten soll. Die Ergebnisse zu den Messkriterien für 2019 wurden, wie bereits im Jahr 2018, nach dieser Vorgabe berechnet, im Gegensatz zu den Ergebnissen für 2017 und 2016. Die Jahreswerte zu den Messkriterien sind somit nur bedingt vergleichbar. Durch die Verschärfung der Vorgaben hinsichtlich Abschluss, erfüllten viele, sich bereits in der Phase «Bericht erstellen» befindliche Untersuchungen diese Vorgaben nicht, was ein weiterer Grund für die vergleichsweise signifikanten Abweichungen zu den Werten für Jahre vor 2018 ist.

Auch wenn das Ziel der raschen Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen nicht erreicht wurde, ist die Leistung der SUST im Jahr 2019, unter Berücksichtigung des Grossunfalls Ju 52, vergleichbar mit den Vorjahren (siehe nachfolgende Tabelle).

Jahr	Anzahl Meldungen	Eröffnete Untersuchungen	Abgeschlossene Untersuchungen			Laufende Untersuchungen
			total:	mit Schlussbericht:	mit summarischem Bericht:	
2019	1849	79	94	22	72	194
2018	1860	131	102	33	69	207
2017	1635	111	128	57	71	161
2016	1561	159	97	40	57	221
2015	1556	173	64	51	13	n. e.

Ergriffene Massnahmen: Im Jahr 2017 hat die Kommission den Untersuchungsdienst der SUST auditiert und daraus den Handlungsbedarf sowie -optionen abgeleitet. Basierend darauf hat sie organisatorische, strukturelle, personelle und prozessuale Massnahmen ergriffen, die im

Verlaufe des Jahres 2018 umgesetzt wurden. Die Wirkung dieser Massnahmen zeigt sich u. a. an der höheren Anzahl an abgeschlossenen Untersuchungen im Vergleich zu den eröffneten Untersuchungen in den Jahren 2017 und 2019.

4 Untersuchungen und Ergebnisse



4.1 Übersicht über die Untersuchungen des gesamten Untersuchungsdienstes

Während des Jahres 2019 wurden der SUST insgesamt 1849 Zwischenfälle, d. h. Unfälle und andere gefährliche Ereignisse, gemeldet. Diese Anzahl ist um elf geringer, als noch im Jahr 2018. Während im Bereich des öffentlichen Verkehrs mit 280 Meldungen der tiefste Wert der letzten fünf Jahre verzeichnet wurde, hat die Anzahl der Meldungen im Bereich Luftfahrt wiederum, wenn auch nur um zehn Meldungen zugenommen. Allerdings sind dies doch rund 24 % mehr, als der Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2017 und über 40 % mehr als noch im Jahr 2014. Drei Meldungen betrafen den Bereich Hochseeschifffahrt. In 79 Fällen, d. h. in etwas mehr als 4 % der Meldungen, wurden Sicherheitsuntersuchungen eröffnet.

Über den ganzen Untersuchungsdienst wurden 94 Untersuchungen zu Unfällen und schweren Vorfällen abgeschlossen. Darunter waren 72 Zwischenfälle, deren Präventionspotential eine summarische Untersuchung rechtfertigte. Im Berichtsjahr wurden 21 Schlussberichte (vgl. Anhang 1 und 2) und 44 summarische Berichte veröffentlicht. Im Rahmen ihrer Untersuchungen sprach die SUST im Jahr 2019 insgesamt 20 Sicherheitsempfehlungen und 10 Sicherheitshinweise aus. Per Ende Jahr waren noch 194 Untersuchungen in Arbeit.

Im Bereich der Luftfahrt konnten im Berichtsjahr 77 Untersuchungen zu Zwischenfällen abgeschlossen werden. 13 Schlussberichte (vgl. Anhang 1), 2 Zwischenberichte und 35 summarische Berichte wurden im gleichen Jahr veröffentlicht. Bezüglich der Luftfahrt wurden 10 Sicherheitsempfehlungen und 7 Sicherheitshinweise ausgesprochen. Ende Jahr waren 162 Untersuchungen in Arbeit.

Für die fünf Verkehrsträger Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt wurden im Berichtsjahr 17 Untersuchungen abgeschlossen sowie 8 Schlussberichte, 1 Zwischenbericht und 9 summarische Berichte veröffentlicht. Im Jahr 2019 wurden insgesamt 10 Sicherheitsempfehlungen und 3 Sicherheitshinweise in Schlussberichten ausgesprochen. Ende Jahr waren für die Verkehrsträger Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt 32 Untersuchungen in Arbeit, davon eine Studie Naturgefahren.

4.2 Übersicht nach Verkehrsträger

Luftfahrt

Im Jahr 2019 gingen 1566 Meldungen von Zwischenfällen in der Luftfahrt ein, die nach den rechtlichen Grundlagen beurteilt wurden. Dabei wurden häufig zur Abschätzung der Gefährdung, insbesondere bei Annäherungen zweier Luftfahrzeuge (Airprox), zusätzliche technische Hilfsmittel beigezogen. Gestützt auf diese Vorabklärungen wurden insgesamt 23 Untersuchungen von Unfällen und 41 Untersuchungen von schweren Vorfällen eröffnet. Darunter befanden sich 13 Airprox mit hoher oder erheblicher Kollisionsgefahr. Bei 19 Zwischenfällen wurde eine ausführliche Untersuchung aufgenommen, während bei 45 Ereignissen die ersten Untersuchungsergebnisse eine summarische Untersuchung nahelegten.

Im Berichtsjahr kam es zu 23 Unfällen von Luftfahrzeugen, die in der Schweiz immatrikuliert sind. Dabei wurden fünf Personen tödlich verletzt.

Seit dem Jahr 2011 hat die Anzahl der gemeldeten Zwischenfälle kontinuierlich zugenommen und mit 1566 im Jahr 2019 das vorläufige Maximum erreicht (Abbildung 1). Im Gegensatz zum Jahr 2018, in dem mit 119 eröffneten Untersuchungen ein Maximum erreicht wurde, weist das Jahr mit 64 eröffneten Untersuchungen einen vergleichsweise kleinen Wert auf (Abbildung 2).



Abbildung 1: Anzahl der pro Quartal gemeldeten und für den Bereich Luftfahrt relevanten Zwischenfälle zwischen 2011 und 2019. Die saisonalen Effekte wurden mit einem gleitenden Mittel bereinigt.

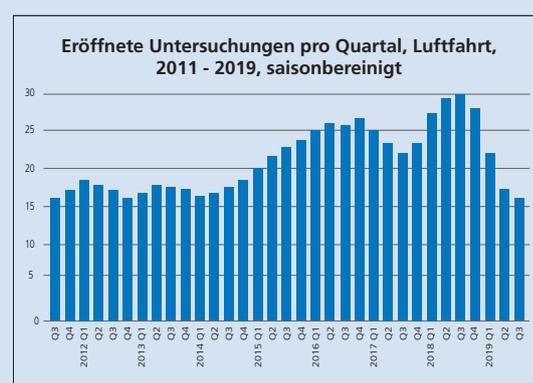


Abbildung 2: Anzahl der pro Quartal aufgrund der gemeldeten Zwischenfälle im Bereich Aviatik eröffneten Untersuchungen. Die saisonalen Effekte wurden mit einem gleitenden Mittel bereinigt.

Öffentlicher Verkehr und Hochseeschifffahrt

Im Berichtsjahr wurden im Bereich öffentlicher Verkehr und Hochseeschifffahrt 283 Zwischenfälle gemeldet. Die 280 Meldungen im öffentlichen Verkehr stellen den tiefsten Wert der Anzahl pro Jahr gemeldeten Zwischenfälle seit 2006 dar. Im Gegensatz zum Bereich Aviatik kann im öffentlichen Verkehr kein saisonales Muster bei der Anzahl der gemeldeten Zwischenfälle identifiziert werden. Bei der Hochseeschifffahrt werden pro Jahr nur einige wenige Zwischenfälle gemeldet (2019: drei). Diese haben keinen Einfluss auf die Statistik der gesamten Meldungen.

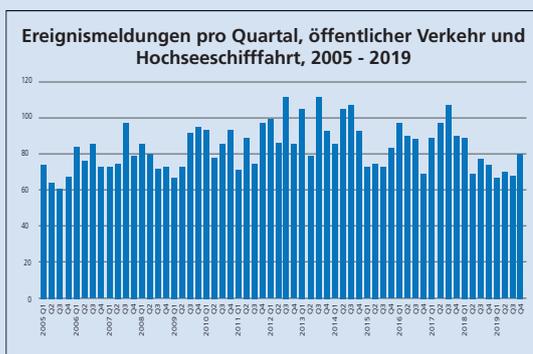


Abbildung 3: Anzahl der pro Quartal gemeldeten und für den öffentlichen Verkehr sowie die Hochseeschifffahrt relevanten Zwischenfälle zwischen 2005 und 2019.

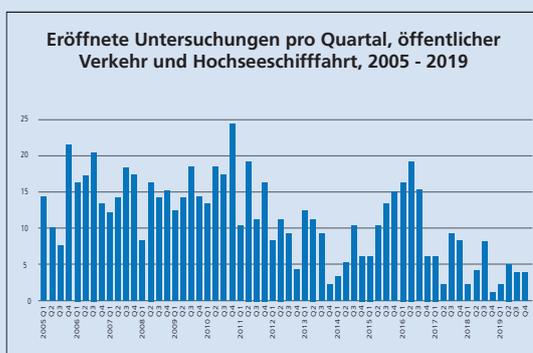


Abbildung 4: Anzahl der pro Quartal aufgrund der gemeldeten Zwischenfälle im öffentlichen Verkehr und in der Hochseeschifffahrt eröffneten Untersuchungen.

Auch die Zeitreihe der eröffneten Untersuchungen (Abbildung 4) zeigt keine eindeutigen Muster, ausser dass die Anzahl der eröffneten Untersuchungen seit 2005 tendenziell kleiner geworden ist. Bei Eisenbahnen führen die Entwicklung der internationalen Grundlagen zu einer komplexen Landschaft der Verantwortlichkeiten mit zahlreichen Akteuren. Die Untersuchung betrieblicher und organisatorischer Prozesse wird anspruchsvoller und deutlich aufwändiger. Nachfolgend werden die Zahlen für die einzelnen Verkehrsträger dargelegt.

Eisenbahnen

Im Jahr 2019 gingen 255 Meldungen zu sicherheitsrelevanten Ereignissen bei Eisenbahnen ein, wovon 24 Trams betrafen. In 28 Fällen rückte ein Untersuchungsleiter vor Ort aus. In 14 Fällen wurde eine Untersuchung eröffnet. Bei 14 Meldungen zu Rangierunfällen wurden keine Untersuchungen eröffnet, da die Ursache analog dem Defizit in einem Schlussbericht¹ mit der Sicherheitsempfehlung 109 beurteilt wurde.

Zu den grösseren Ereignissen zählen in chronologischer Reihenfolge ein Arbeitsunfall am 5. Februar in Airolo, bei dem ein Arbeiter tödlich und einer schwer verletzt wurde, die Entgleisung eines ICE am 17. Februar in Basel Badischer Bahnhof, die Entgleisung eines Bauzugs am 25. Mai in Busswil, der tödliche Personenunfall anlässlich eines Fotohaltes in Exergillod am 22. Juni, die Frontalkollision zwischen einem Dienstzug und einer Rangierbewegung am 11. Juli in Zürich Herdern, der tödliche Arbeitsunfall eines Zugchefs am 4. August in Baden, ein Gondelabsturz einer Seilbahn am 20. Oktober bei Rickenbach (SZ) sowie die Entgleisung von Güterwagen am 4. November in Bonaduz.

¹ Schlussbericht über die Kollision einer geschobenen Rangierbewegung mit abgestellten Fahrzeugen vom 18. September 2015 in Zürich Vorbahnhof (ZH), Reg.-Nr.: 2015091801

Bei den der SUST gemeldeten Ereignissen wurden zwanzig Reisende leicht und zwei schwer sowie eine tödlich verletzt. Vier Mitarbeiter von Eisenbahnverkehrsunternehmen erlitten tödliche Verletzungen, fünf wurden schwer und 22 leicht verletzt. Weitere 28 Personen wurden im Zusammenhang mit Eisenbahnen (inkl. Trams) tödlich, 26 schwer und zwölf leicht verletzt. Die häufigste Ursache der gemeldeten Personenunfälle ist, wie seit einigen Jahren, auf unachtsames Verhalten von Personen zurückzuführen, die unerlaubt Bahngleise überqueren oder sich sonst im Lichtraumprofil der Züge aufhalten. Auf solche Ereignisse können Transport- oder Infrastrukturunternehmen meist nicht direkt Einfluss nehmen.

Seilbahnen

Zum Verkehrsträger Seilbahnen trafen zwölf Meldungen ein. In folgenden zwei Fällen rückte ein Untersuchungsleiter aus: am 5. Juni ereignete sich bei Spleissarbeiten an einem Seil ein Arbeitsunfall und am 20. Oktober stürzte aufgrund einer heftigen Windböe eine Gondel bei einer Stütze ab. Im Fall des Absturzes wurde eine Untersuchung eingeleitet.

Bei den gemeldeten Ereignissen wurde ein Reisende(r) leicht verletzt. Ein Mitarbeitender eines Seilbahnunternehmens wurde bei Spleissarbeiten an einem Seil tödlich verletzt, vier Mitarbeitende von Seilbahnunternehmungen erlitten schwere und drei Mitarbeitende erlitten leichte Verletzungen. Ausser Reisende oder Mitarbeitende erlitten keine weiteren Personen Verletzungen. Am häufigsten waren Vorfälle, bei denen Umwelteinflüsse (Wind, Lawine, Terrainsenkung) die Ursache waren.

Busse

Im Zusammenhang mit Bussen wurde die SUST bei neun Zwischenfällen alarmiert. In keinem der

Fälle rechtfertigte die Sachlage das Ausrücken eines Untersuchungsleiters oder das Eröffnen einer Untersuchung.

Bei den gemeldeten Ereignissen wurden neun Reisende leicht verletzt. Ein Mitarbeitender eines Busunternehmens wurde leicht verletzt. Neben den Reisenden und dem Mitarbeitenden wurde eine weitere Person leicht verletzt. Von den neun Ereignissen standen sechs im Zusammenhang mit Bränden, wobei keine Personen zu Schaden kamen. Die registrierten Personenschäden waren die Folge von Kollisionen von Bussen mit anderen Verkehrsteilnehmern bzw. mit einer Hausmauer.

Binnenschifffahrt

Im Jahr 2019 wurde die SUST vier Mal alarmiert. In einem Fall handelte es sich um die Kollision mit einem Anlagesteg. In einem zweiten Fall lösten Wartungsarbeiten bei einem Passagierschiff einen Brand aus. Bei zwei weiteren Vorfällen lag die Zuständigkeit für eine Untersuchung nicht bei der SUST. Es wurde keine Untersuchung eröffnet. Verletzt wurde niemand.

Hochseeschifffahrt

Während des Jahres 2019 wurden der SUST zwei Zwischenfälle von Hochseeschiffen, die unter Schweizer Flagge fahren, gemeldet. In einem Fall war ein Steuerungsproblem an der Hauptmaschine eines Frachtschiffes aufgetreten. Die zweite Meldung betraf einen Mehrzweckfrachter, der in schwerer See Fracht verloren hatte. Eine Analyse zeigte, dass in beiden Fällen aus Sicht der Verhütung weiterer Zwischenfälle keine Eröffnung einer Sicherheitsuntersuchung angebracht war. Des Weiteren wurde der SUST die Kollision eines Schweizerischen Flusskreuzfahrtschiffes mit einem Chemikaliertanker auf einer holländischen Binnenwasserstrasse gemeldet. Dieser Unfall wird von der niederländischen Sicherheitsuntersuchungsstelle untersucht.

5 Sicherheitsempfehlungen und -hinweise



5.1 Allgemeines

In der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts wurden Unfälle im Verkehrswesen meist von den jeweiligen Aufsichtsbehörden untersucht. Da diese aber durch ihre Tätigkeit an der Entstehung eines Unfalls oder einer gefährlichen Situation beteiligt sein können, hat sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte eine Aufgaben- und Gewaltenteilung durchgesetzt: Neben der Aufsichtsbehörde besteht in den meisten Ländern auch eine unabhängige staatliche Sicherheitsuntersuchungsstelle, die unbefangen die Gründe für einen Unfall oder einen schweren Vorfall klären soll. Aufgrund der Gewaltenteilung ordnet die Untersuchungsstelle nicht selber Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit an, sondern schlägt diese den zuständigen Stellen vor. Diese behalten folglich ihre Verantwortung vollständig. Die Sicherheitsuntersuchungsstelle – in der Schweiz die SUST – wendet sich an die zuständigen Aufsichtsbehörden, in dem sie im Rahmen eines Zwischen- oder Schlussberichts ein allfällig vorhandenes Sicherheitsdefizit darlegt und entsprechende Sicherheitsempfeh-

lungen ausspricht. Es obliegt anschliessend der zuständigen Aufsichtsbehörde zusammen mit den beteiligten Verkehrskreisen zu entscheiden, ob und wie die Sicherheitsempfehlungen umgesetzt werden sollen.

Die Europäische Union hat im Jahr 2003 die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) gegründet, die im Auftrag der Mitgliedstaaten für einheitliche und verbindliche Vorgaben in Bezug auf die Flugsicherheit in der europäischen Luftfahrt sorgen soll. Die EASA ist seither in zunehmendem Masse daran, ihre Kompetenzen insbesondere in den Bereichen Technik, Flugbetrieb, Flugsicherung und Flugplätze und -häfen wahrzunehmen. Den nationalen Aufsichtsbehörden kommt dabei in erster Linie eine ausführende und vermittelnde Rolle zu und ihre alleinige Zuständigkeit beschränkt sich zunehmend nur noch auf die einzelstaatlich geregelten Aspekte der Zivilluftfahrt. Da die Schweiz sich entschlossen hat, an der EASA teilzunehmen, gilt diese Veränderung auch für die schweizerische Zivilluftfahrt. Aus diesem Grund richtet die Schweizerische

Sicherheitsuntersuchungsstelle ihre Sicherheitsempfehlungen bezüglich der Luftfahrt je nach Zuständigkeit entweder an die EASA oder an das Bundesamt für Zivilluftfahrt.

Bei den Eisenbahnen erhält die Regulation durch die EU einen immer höheren Stellenwert. Diese betrifft namentlich die technische Interoperabilität im internationalen Verkehr. Die Sicherheitsrichtlinie der EU (2004/49/EG), die im Anhang zum Landverkehrsabkommen zwischen der Schweiz und der EU aufgeführt ist, setzt nur allgemeine Massstäbe, legt aber auch fest, dass jeder Staat über eine unabhängige Sicherheitsuntersuchungsstelle verfügen muss. Die Sicherheitsaufsicht über die Eisenbahnen liegt hingegen bei den nationalen Sicherheitsaufsichtsbehörden. Gemäss Artikel 48 Absatz 1 VSZV richten sich deshalb alle Sicherheitsempfehlungen im Bereich der Bahnen an das Bundesamt für Verkehr (BAV). Die VSZV setzt die Sicherheitsrichtlinie der EU (2004/49/EG) gleichwertig in das schweizerische Recht um.

Allerdings hat die EU die Sicherheitsrichtlinie im Jahr 2016 vollständig überarbeitet. Demnach werden Vollzugskompetenzen vor allem im Bereich von Genehmigungen und Bewilligungen neu durch die Europäische Eisenbahnagentur (ERA) wahrgenommen werden. Mit der Übernahme dieser Richtlinie im Rahmen der Revision des Eisenbahngesetzes (EBG; SR 742.101), ist absehbar, dass sich in Zukunft gewisse Empfehlungen der SUST im Bereich der Eisenbahnen auch an die EU-Behörden richten können.

Die Sicherheitsziele und Anforderungen an die Anlagen und den Betrieb von Seilbahnen sind durch die EU-Seilbahnverordnung (EU) 2016/424 vom 9. März 2016 geregelt. Aufsicht und Vollzug liegen vollständig in der Kompetenz der nationalen Aufsichtsbehörden, bei den eidgenössisch konzessionierten Seilbahnen

beim Bundesamt für Verkehr. Empfehlungen der SUST richten sich deshalb an diese Stelle.

In der konzessionierten Binnenschifffahrt der Schweiz gelten vornehmlich nationale Regelungen. Adressat der Empfehlungen der SUST ist folglich das Bundesamt für Verkehr als nationale Sicherheitsaufsichtsbehörde.

Bezüglich der Hochseeschifffahrt hat die Europäische Union im Jahr 2002 die Europäische Agentur für die Sicherheit des Seeverkehrs (European Maritime Safety Agency – EMSA) gegründet. Sie soll das Risiko von Unfällen auf See, die Verschmutzung der Meere durch die Hochseeschifffahrt und den Verlust von Menschenleben auf See verringern. Die EMSA berät die Kommission der EU in technischen und wissenschaftlichen Fragen der Seeverkehrssicherheit und im Bereich der Verhütung von Meeresverschmutzung durch Schiffe. Sie wirkt bei der fortlaufenden Erarbeitung und Aktualisierung von Rechtsakten, bei der Überwachung ihrer Umsetzung und bei der Beurteilung der Wirksamkeit bestehender Massnahmen mit. Hingegen hat sie insbesondere gegenüber der Schweiz keine Weisungsbefugnis. Allfällige Sicherheitsempfehlungen der SUST richten sich deshalb an das Schweizerische Seeschiffahrtsamt als nationale Aufsichtsbehörde.

Die Aufsichtsbehörden informieren die SUST nach Erhalt einer Sicherheitsempfehlung über die getroffenen Massnahmen, welche aus den Sicherheitsempfehlungen herrühren. Wenn keine Massnahme getroffen worden ist, begründet die Aufsichtsbehörde ihre Entscheidung. Die Massnahmen der Aufsichtsbehörden in Bezug auf die Sicherheitsempfehlungen werden wie folgt klassifiziert:

– **Umgesetzt:** Es wurden Massnahmen ergriffen, die das festgestellte Sicherheitsdefizit mit

grosser Wahrscheinlichkeit deutlich verringern oder eliminieren.

- **Teilweise umgesetzt:** Es wurden Massnahmen getroffen, welche das Sicherheitsdefizit mit grosser Wahrscheinlichkeit etwas verringern oder teilweise eliminieren oder es ist ein verbindlicher und zeitlich definierter Umsetzungsplan vorliegend und begonnen worden, der mit grosser Wahrscheinlichkeit zu einer deutlichen Verringerung des Sicherheitsdefizites führen wird.
- **Nicht umgesetzt:** Es wurden keine Massnahmen getroffen, die zu einer nennenswerten Verringerung des Sicherheitsdefizits geführt haben bzw. führen werden.

Mit der Inkraftsetzung der VSZV begann die SUST zusätzlich zu den Sicherheitsempfehlungen bei Bedarf auch Sicherheitshinweise auszusprechen. Wie oben dargelegt, richten sich Sicherheitsempfehlungen an die zuständigen Aufsichtsbehörden und schlagen Verbesserungen vor, die sich ausschliesslich oder zumindest vorrangig durch Vorgaben bzw. die Aufsichtstätigkeit dieser Behörde erreichen lassen. Gelegentlich werden im Rahmen einer Untersuchung aber auch Sicherheitsdefizite sichtbar, die nicht durch eine Anpassung von Regeln oder Vorschriften und die direkte Aufsichtstätigkeit, sondern durch ein verändertes oder verbessertes Risikobewusstsein (Awareness) behoben werden können. In solchen Fällen formuliert die SUST einen Sicherheitshinweis, der sich an bestimmte Anspruchs- bzw. Interessengruppen des Verkehrswesens richtet. Er soll den betroffenen Personen und Organisationen helfen, ein Risiko zu erkennen und mögliche Lösungsansätze für einen sinnvollen Umgang damit liefern.

Im Folgenden sind alle Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise aufgeführt, welche die SUST während des Jahres 2019 in Zwischen-

oder Schlussberichten ausgesprochen hat. Um das Verständnis zu erleichtern, wird jeweils eine kurze Beschreibung des betreffenden Zwischenfalls sowie des Sicherheitsdefizits, das behoben werden soll, geliefert. Am Schluss jeder Sicherheitsempfehlung findet sich der Stand der Umsetzung per Mitte Februar 2020. Der aktuelle Umsetzungsstand von Sicherheitsempfehlungen sowie weitere Details können der Website der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle entnommen werden.

5.2 Luftfahrt

Unfall eines Schleppflugzeuges MCR-ULC am Flugplatz Locarno, 13.12.2015

Am 13. Dezember 2015 startete ein Pilot vom Flugplatz Locarno mit einem Flugzeug MCR-ULC zu einem Schleppflug. Wenige Sekunden nach dem Abheben bemerkte er, wie der Flugzeugmotor unregelmässig zu laufen begann und gleichzeitig einige Sicherungsautomaten herausprangen. Wenige Sekunden später versagte der Motor des Flugzeuges auf einer Flughöhe von rund 20 m über Grund. Der Pilot konnte das Schleppflugzeug notlanden und dieses wurde beschädigt. Das geschleppte Segelflugzeug konnte ausklinken und sicher landen.

Sicherheitsdefizit

Die Treibstoffzufuhr im Flugzeugmuster MCR-ULC mit Rotax 914 Motor wird mittels zweier elektrischer Treibstoffpumpen sichergestellt. Ein Ausfall von beiden Treibstoffpumpen, der unter anderem durch einen kompletten Ausfall der Stromversorgung auftreten kann, führt zum Motorausfall. Der Spannungsregler, der den Wechselstrom des Generators gleichrichtet und regelt, benötigt für den Betrieb eine konstante Eingangsspannung von der Batterie. Bei Ausfall der Batterie schaltet sich der Spannungsregler automatisch aus, um interne Beschädigungen und starke Schwankungen der Regler-Ausgangsspannung mit nachfolgenden Schäden an weiteren elektrischen Systemen zu vermeiden. Folglich sind die Spannungsversorgungen im elektrischen System der MCR-ULC bestehend aus Generator mit Spannungsregler und Batterie nicht redundant ausgelegt.

Das Trennen der Batterie vom elektrischen Bordnetz, etwa durch einen Kurzschluss, durch einen Unterbruch in der Masseverkabelung, durch einen Ausfall des Hauptrelais oder einfach durch Ausschalten des Hauptschalters führt zum

Ausfall beider Treibstoffpumpen und anschliessend zum Ausfall des Motors aufgrund Treibstoffmangel. Ein Vergleich mit anderen in der Schweiz registrierten Flugzeugmustern, die mit einem Rotax-Motor vom Typ 914 ausgestattet sind, zeigt, dass die Stromversorgung gleich wie bei der MCR-ULC ausgelegt ist. Entsprechend zeigt sich auch bei diesen Flugzeugmustern das Risiko eines Motorausfalls aufgrund der fehlenden Redundanz in der Stromversorgung.

Sicherheitsempfehlung Nr. 511, 14.07.2016²

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) und das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollten durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass das elektrische System der mit Rotax-Motoren des Baumusters 914 betriebenen Luftfahrzeuge mit einer redundanten Spannungsversorgung der beiden elektrischen Treibstoffpumpen ausgerüstet ist.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das BAZL sieht keinen Handlungsbedarf und die EASA ist zusammen mit dem Motorenhersteller daran, die Situation zu prüfen. In einer abschliessenden Antwort teilte die EASA mit, dass sie die Instandhaltungsaufzeichnungen der von ihr zertifizierten, mit Rotax-Motoren vom Typ 914 ausgestatteten Flugzeugtypen analysiert habe, um mögliche, weiterhin bestehende Probleme bezüglich der Lufttüchtigkeit zu identifizieren. Die überprüften Angaben lieferten keine Hinweise auf Triebwerksabschaltungen aufgrund des Ausfalls der beiden Treibstoffpumpen.

Für Luftfahrzeuge, die zukünftig gemäss der Zulassungsspezifikation für Light Sport Aircraft (LSA) zertifiziert werden, wird die EASA eine besondere Bestimmung (special condition) formulieren, wonach eine solche redundante Spannungsversorgung erforderlich ist – dies, obwohl die Zulassungsspezifikation LSA keine solche Anforderung enthält.

Sicherheitsdefizit

Die Treibstoffzufuhr in der MCR-ULC mit Rotax 914 Motor wird mittels zweier elektrischer Treibstoffpumpen sichergestellt. Bei einem Ausfall des Generators oder des Reglergleichrichters können die Treibstoffpumpen mit einer vollständig geladenen Batterie über einen Zeitraum von maximal 30 Minuten weiterbetrieben werden, bevor sie ausfallen und folglich der Motor abstellt. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass beim Ausfall des Generators oder des Reglergleichrichters eine Warnlampe aufleuchtet.

Sicherheitsempfehlung Nr. 533, 18.09.2019

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) und das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollten durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass die Halter und Eigentümer von Flugzeugen mit

einem Rotax-Motor des Baumusters 914 über das beschriebene Sicherheitsdefizit informiert werden und dass das elektrische System in ihren Flugzeugen keine Mängel aufweist.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. In einer Stellungnahme vom 19. November 2019 erklärte die EASA, dass sie gemäss Anhang 1 der Verordnung (EU) 2018/1139 nicht für die Luftfahrzeugkategorie zuständig sei, zu der das in diesen Unfall verwickelte Flugzeug gehört. Es liege daher nicht in der Kompetenz der EASA, Massnahmen zu ergreifen, die eine frühzeitige Erkennung des Mangels sicherstellen.

Zudem sei im Rahmen der technischen Wartung der Flugzeuge mit einem Rotax-Motor des Baumusters 914, die in den Zuständigkeitsbereich der EASA fallen, kein einziger Fall bekannt geworden, in dem ein Motor aufgrund des Versagens beider elektrischer Pumpen ausgefallen ist. Aus diesen Gründen ist die EASA der Auffassung, dass in dieser Sache keine weiteren Massnahmen erforderlich sind.

Das BAZL ist grundsätzlich mit der Sicherheitsempfehlung einverstanden und hat zu diesem Thema eine entsprechende Informationskampagne gestartet.

Sicherheitsdefizit

Die Treibstoffzufuhr im Flugzeugmuster MCR-ULC mit Rotax 914 Motor wird mittels zweier elektrischer Treibstoffpumpen sichergestellt. Ein Ausfall von beiden Treibstoffpumpen, der unter anderem durch einen kompletten Ausfall der Stromversorgung auftreten kann, führt zum Motorausfall. Der Spannungsregler, der den Wechselstrom des Generators gleichrichtet und regelt, benötigt für den Betrieb eine konstante Eingangsspannung von der Batterie. Bei Ausfall der Batterie schaltet sich der Spannungsregler automatisch aus, um interne Beschädigungen und starke Schwankungen der Regler-Ausgangsspannung mit nachfolgenden Schäden an weiteren elektrischen Systemen zu vermeiden. Folglich sind die Spannungsversorgungen im elektrischen System der MCR-ULC bestehend aus Generator mit Spannungsregler und Batterie nicht redundant ausgelegt. Das Trennen der Batterie vom elektrischen Bordnetz, etwa durch einen Kurzschluss, durch einen Unterbruch in der Masseverkabelung, durch einen Ausfall des Hauptrelais oder einfach durch Ausschalten des Hauptschalters führt zum Ausfall beider Treibstoffpumpen und anschliessend zum Ausfall des Motors aufgrund Treibstoffmangel. Ein Vergleich mit anderen in der Schweiz registrierten Flugzeugmustern, die mit einem Rotax-Motor vom Typ 914 ausgestattet sind, zeigt, dass die Stromversorgung gleich wie bei der MCR-ULC ausgelegt ist. Entsprechend zeigt sich auch bei diesen Flugzeugmustern das Risiko eines Motorausfalls aufgrund der fehlenden Redundanz in der Stromversorgung.

² Wurde bereits im Zwischenbericht vom 14. Juli 2016 veröffentlicht

Sicherheitsempfehlung Nr. 534, 18.09.2019

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) und das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollten durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass bei allen Luftfahrzeugen mit einem Rotax-Motor des Baumusters 914 ein Ausfall des Reglergleichrichters oder des Generators und das Entladen der Batterie frühzeitig erkannt werden kann.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. In einer Stellungnahme vom 19. November 2019 erklärte die EASA, dass sie gemäss Anhang 1 der Verordnung (EU) 2018/1139 nicht für die Luftfahrzeugkategorie zuständig sei, zu der das in diesen Unfall verwickelte Flugzeug gehört. Es liege daher nicht in der Kompetenz der EASA, Massnahmen zu ergreifen, die eine frühzeitige Erkennung des Mangels sicherstellen. Zudem sei im Rahmen der technischen Wartung der Flugzeuge mit einem Rotax-Motor des Baumusters 914, welche in den Zuständigkeitsbereich der EASA fallen, kein einziger Fall bekannt geworden, in dem ein Motor aufgrund des Versagens beider elektrischer Pumpen ausgefallen ist. Aus diesen Gründen ist die EASA der Auffassung, dass in dieser Sache keine weiteren Massnahmen erforderlich sind.

Das BAZL ist teilweise mit der Sicherheitsempfehlung einverstanden. Eine direkte Umsetzung durch das BAZL sei aber nicht möglich. Die Designverantwortung des Rotax 914 liege einseitig bei der EASA.

Sicherheitsdefizit

Die Treibstoffzufuhr in der MCR-ULC mit Rotax 914 Motor wird mittels zweier elektrischer Treibstoffpumpen sichergestellt. Bei einem Ausfall des Generators oder des Reglergleichrichters können die Treibstoffpumpen mit einer vollständig geladenen Batterie über einen Zeitraum von maximal 30 Minuten weiterbetrieben werden, bevor sie ausfallen und folglich der Motor abstellt. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass Batterie vor jedem Flug vollständig geladen ist. In den Verfahren, die im Flugzeugflughandbuch (Aircraft Flight Manual – AFM) der MCR-ULC beschrieben sind und die vor dem Flug am Boden ausgeführt werden, ist keine Kontrolle des Ladezustandes der Batterie vorgesehen. Ausserdem sind die möglichen Auswirkungen eines Starts mit einer unvollständig geladenen Batterie nicht ausführlich beschrieben.

Sicherheitshinweis Nr. 10, 18.09.2019

Thema: Betrieb mit nicht vollständig geladener Batterie
Zielgruppe: Halter und Eigentümer von Flugzeugen, die auf elektrische System angewiesen sind, welche zwingend für die Fortführung eines Fluges notwendig sind.

Es sollte sichergestellt werden, dass die Besatzungen über die möglichen Auswirkungen eines Starts mit einer unvollständig geladenen Batterie informiert sind und entsprechende Verfahren im AFM zur Kontrolle des Ladezustandes der Batterie beschrieben werden.

Unfall eines Segelfluges, Tschuggentälli (Gemeinde Davos), 14.10.2017

Das Segelflugzeug kollidierte im Verlauf eines Vollkreises in Drehrichtung nach rechts wahrscheinlich im gesteuerten Flug mit dem Gelände. Das Segelflugzeug wurde beim Aufprall zerstört, der Pilot wurde tödlich verletzt.

Sicherheitsdefizit

Die Aufzeichnung des Flugweges eines verunfallten Luftfahrzeuges liefert wertvolle Grundlagen für die Analyse eines Unfalls und damit auch für die Prävention. Weil für Segelflugzeuge keine Flugschreiber vorgeschrieben sind, werden zur Rekonstruktion der Flugwege bei Sicherheitsuntersuchungen oft Daten aus Segelflugrechnern und dem Kollisionswarnsystem Flarm verwendet. Mehrere Fälle sind bekannt, bei denen durch das Unfallgeschehen die Speichermedien der Geräte entweder zerstört wurden oder infolge eines Unterbruchs in der Stromversorgung die Daten nur unvollständig aufgezeichnet wurden. Wegen der unvollständigen Datenaufzeichnung des Segelflugrechners konnte auch im vorliegenden Fall nicht schlüssig ermittelt werden, wie es zum Unfall kam.

Sicherheitshinweis Nr. 19, 21.02.2019

Thema: Unfallresistente Flugwegaufzeichnung in Segelflugrechnern und Kollisionswarnsystemen
Zielgruppe: Hersteller von Segelflugrechnern und Kollisionswarnsystemen

Die Hersteller von Segelflugrechnern und Kollisionswarnsystemen sollten die Konstruktion und die Ausführung ihrer Geräte dahingehend anpassen, dass die Daten der Flugwegaufzeichnung bis zum Zeitpunkt eines Unfalls in den Speichermedien registriert werden und danach auslesbar sind.

Gefährliche Annäherung zwischen einem Geschäftsreiseflugzeug und einem Leichtflugzeug, nordwestlich des Flughafens St. Gallen-Altenrhein, 24.10.2016

Der schwere Vorfall kam dadurch zustande, dass der Platzverkehrsleiter gleichzeitig den Abflug eines Geschäftsreiseflugzeuges und den Durchflug eines Leichtflugzeuges durch die Kontrollzone bewilligte, weil er die Entwicklung der Situation falsch einschätzte. Dies führte zu einer gefährlichen Annäherung der beiden Flugzeuge.

Sicherheitsdefizit

Der vorliegend untersuchte Zwischenfall hat gezeigt, dass unpräzise Positionsangaben, unter Verwendung des Begriffs «abeam» es den Flugverkehrsleitern und anderen Verkehrsteilnehmern erschweren, einen zutreffenden Überblick über die Verkehrssituation zu erhalten. Das Abweichen von einer mit der Flugverkehrsleitung vereinbarten Flugroute ohne Rücksprache mit der Flugverkehrsleitung kann gefährliche Situationen begünstigen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 543, 03.01.2019

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte zusammen mit der Flugsicherung Skyguide die erforderlichen Massnahmen ergreifen, damit auf den Regionalflugplätzen zusätzlich zur visuellen Darstellung einer Warnung des bodengestützten Konfliktwarnsystems (Short Term Conflict Alert - STCA) mit einer akustischen Warnung das Bewusstsein über die Gesamtsituation (*situational awareness*) der Platzverkehrsleiter erhöht wird.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das BAZL befürchtete, dass die empfohlene Einführung einer akustischen Warnung zu einer Ablenkung und Verunsicherung des betreffenden Flugverkehrsleiters führen könnten. Der Grund dafür sehen sowohl das BAZL als auch Skyguide bei den offenbar auftretenden Fehlalarmen bzw. bei Alarmen, die sich auf Konfliktsituationen ausserhalb des Zuständigkeitsgebietes des Platzverkehrsleiters beziehen. Aus diesem Grund wurde Skyguide vom BAZL beauftragt, zu prüfen, ob die hohe Anzahl an STCA-Warnungen innerhalb und direkt um die CTR von allen Regionalflugplätzen eingrenzt werden könne. Das Ziel im Sinne der Sicherheitsempfehlung der SUST sollte dabei sein, das Bewusstsein für Konflikte zu erhöhen, ohne dass dadurch eine unverhältnismässige Ablenkung resultiert. Skyguide war aber nicht in der Lage eine zielführende Filtrierung einzurichten, so dass das BAZL auf eine Umsetzung der Sicherheitsempfehlung verzichtete. Skyguide machte den Vorschlag, die Erkenntnisse des Vorfalls in einem Refresher Training für alle Flugverkehrsleiter von zivilen Regionalflugplätzen als Case Study zu behandeln und ihre Mitarbeitenden für dieses Thema zu sensibilisieren. Das BAZL stimmte diesem Vorgehen zu und beauftragte Skyguide mit der Umsetzung im nächstmöglichen Trainings-Zyklus.

Sicherheitsdefizit

Der vorliegend untersuchte Zwischenfall hat gezeigt, dass unpräzise Positionsangaben, unter Verwendung des Begriffs «abeam» es den Flugverkehrsleitern und anderen Verkehrsteilnehmern erschweren, einen zutreffenden Überblick über die Verkehrssituation zu erhalten. Das Abweichen von einer mit der Flugverkehrsleitung vereinbarten Flugroute ohne Rücksprache mit der Flugverkehrsleitung kann gefährliche Situationen begünstigen.

Sicherheitshinweis Nr. 20, 03.01.2019

Thema: Zusammenarbeit mit der Flugsicherung, sinnvoller Informationsaustausch

Zielgruppe: Piloten von Luftfahrzeugen im Betrieb nach Sichtflugregeln

Den Besatzungen wird in Erinnerung gerufen, dass präzise Positionsangaben, die auch eine Höhenangabe umfassen, für andere Luftraumbenutzer und die Flugsicherung ein wichtiges Informationsmittel darstellen, um einen Überblick über die Verkehrssituation zu erlangen. Vereinbarte oder angekündigte Flugwege sollten ohne Rücksprache mit der Flugsicherung oder ohne andere Verkehrsteilnehmer zu informieren, nicht verlassen werden, da andere Besatzungen und die Flugsicherung mit diesen rechnen.

Sicherheitsdefizit

Der vorliegend untersuchte Zwischenfall hat einmal mehr verdeutlicht, dass offenbar bei einem Teil der Flugbesatzungen immer noch die unzutreffende Erwartungshaltung bezüglich der Dienstleistungen der Flugsicherung besteht. So gehen gewisse Piloten fälschlicherweise davon aus, dass die Flugverkehrsleitung in Lufträumen der Klasse D eine Staffe- lung von IFR- und VFR-Verkehr sicherstellt.

Sicherheitshinweis Nr. 21, 03.01.2019

Thema: Bewusstsein bezüglich der durch die Flugsicherung angebotenen Dienstleistungen.

Zielgruppe: Piloten von Luftfahrzeugen im Betrieb nach Sicht- und Instrumentenflugregeln

Die Flugbesatzungen müssen sich bewusst sein, dass sie im Luftraum der Klasse D selber für das Einhalten sicherer Abstände zwischen VFR-Flügen bzw. zwischen VFR- und IFR-Flügen verantwortlich sind.

Das BAZL liess verlauten, dass es zudem die Ansicht der SUST teile, dass vor allem im Luftraum D bezüglich Separation VFR/IFR falsche Erwartungshaltungen seitens der Piloten bestehen. Für den Luftraum E existiere bereits eine «Stay safe»-Awareness-Kampagne. Das BAZL prüfe die Ausweitung der Kampagne auf den Luftraum D.

Kollision zwischen zwei Flugzeugen im Verbandsflug, Mollis, 26.05.2016

Bei einem Übungsflug für eine Flugvorführung kollidierten zwei Flugzeuge nach der Trennung des Verbandes, da ein Missverständnis betreffend die Aufgabenverteilung zur Kollisionsvermeidung bestand.



Sicherheitsdefizit

Die Untersuchung erkannte als beitragenden Faktor, dass die Ausbildung bezüglich dieser Aufgabenverteilung unzureichend war.

Sicherheitsempfehlung Nr. 545, 20.06.2019

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass Piloten, die eine Ausnahmebewilligung zur Unterschreitung der Mindestflughöhe mit einer Berechtigung zur Flugvorführung im Verband erhalten, ausreichend für die jeweilige Position im Verband ausgebildet werden und insbesondere die Aufgaben der entsprechenden Position kennen.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Mit Schreiben vom 9. September 2019 teilte das BAZL mit, dass die Kursleitung Display Kurs FMA Flyers kurz nach dem Unfall eine Anpassung der Trainings angekündigt und sofort eingeführt hat. Entgegen den ursprünglichen Gepflogenheiten, alle Piloten auf unterschiedlichen Positionen sowie Verbandsflug mit Flugzeugen mit stark unterschiedlichen Leistungs- und Geschwindigkeitsbereichen einzusetzen, wurden neu fixe Teams mit festgelegten Positionen bezeichnet und auf den Formationsflug mit zu unterschiedlichen Flugzeugen gänzlich verzichtet.

Anlässlich von Inspektionen des BAZL in den Jahren 2017, 2018 und 2019 konnte die Umsetzung und Einhaltung der neu definierten Vorgehensweise bestätigt werden.

Des Weiteren entsprechen die am 6. März 2019 letztmals angepassten Vorgaben der Richtlinie FS I 001D Flugveranstaltungsauflagen dem Präventionsziel der Sicherheitsempfehlung.

Sicherheitsdefizit

Der vorliegende Unfall hat gezeigt, dass eine zu wenig detaillierte Planung eines Verbandsfluges, im Speziellen hinsichtlich der Flugwege und der Sichtverhältnisse aller beteiligter Flugzeuge sowie der Verfahren bei einem unerwarteten Sichtverlust, zu Missverständnissen mit hohem Risiko führen können.

Sicherheitshinweis Nr. 23, 20.06.2019

Thema: Planung von Verbandsflügen

Zielgruppe: Piloten von Luftfahrzeugen, die Verbandsflüge durchführen

Den Besatzungen wird in Erinnerung gerufen, dass eine detaillierte Planung und ein umfassendes Briefing mit allen beteiligten Piloten für eine sichere Durchführung von Verbandsflügen entscheidend sind. Die Komplexität der Flugmanöver und der geplanten Flugwege soll in Abhängigkeit der Erfahrung der beteiligten Piloten und der eingesetzten Flugzeuge mit deren spezifischen Leistungscharakteristiken und Sichtverhältnissen geplant werden. Die Zuständigkeiten und die Verfahren bei unklaren Situationen während des Fluges müssen allen Piloten bewusst sein.

Gefährliche Annäherung zwischen einem Segelflugzeug und einem Geschäftsreiseflugzeug, Südwestlich von Amriswil, 15.10.2017

Südwestlich von Amriswil kam es in einer Höhe von rund 5000 ft über dem mittleren Meeresspiegel zu einer gefährlichen Annäherung zwischen einem Segelflugzeug und einem zweistrahligen Geschäftsreiseflugzeug, das sich im Anflug nach Instrumentenflugregeln auf den Flugplatz St. Gallen-Altenrhein befand.

Sicherheitsdefizit

An- und Abflüge nach Instrumentenflugregeln (Instrument Flight Rules – IFR) am Flugplatz St. Gallen-Altenrhein führen ausserhalb der Kontrollzone (Control Zone – CTR) und des Nahkontrollbezirkes (Terminal Control Area – TMA) über längere Strecken durch Luftraum der Klasse E. In diesem Luftraum gibt es für Luftfahrzeuge, die einen Flug nach Sichtflugregeln (Visual Flight Rules – VFR) durchführen, weder eine Transponderpflicht noch eine Pflicht zum Funkkontakt mit der entsprechenden Flugverkehrsleitstelle. Es kann deshalb sein, dass ein VFR-Verkehr für den Flugverkehrsleiter komplett unerkannt bleibt und nur durch eine visuelle Identifizierung durch die IFR-Flugbesatzung entdeckt werden kann (see and avoid).

Sicherheitshinweis Nr. 24, 05.09.2019

Thema: Nutzung des Transponders und Kontaktaufnahme mit der Flugsicherung im Nahbereich von Regionalflugplätzen mit Instrumentenanflügen

Zielgruppe: Aero-Club der Schweiz (AeCS) und alle Luftraumbenützer

Der Aero-Club der Schweiz sollte seine Mitglieder dahingehend sensibilisieren, dass im Luftraum E, der an die Kontrollzonen (Control Zone – CTR) resp. die Nahkontrollbezirke (Terminal Control Area – TMA) von Regionalflugplätzen wie beispielsweise St. Gallen-Altenrhein angrenzen, vermehrt mit IFR-Verkehr gerechnet werden muss. Ein kontinuierliches Einschalten des Transponders sowie eine Kontaktaufnahme mit dem Platzverkehrsleiter des Flugplatzes zur Übermittlung der eigenen Position und Flughöhe sind neben see and avoid derzeit die einzige Möglichkeit, ein nach VFR-fliegendes Luftfahrzeug für den nach IFR-operierenden Flugverkehr erkennbar zu machen.

Kollision eines Motorflugzeuges mit Hindernissen beim Rollen, Sion, 15.11.2017

Der Pilot eines einmotorigen Leichtflugzeuges bog nach dem Abrollen von der Piste im Bereich des Sektors Grely mit eingeschaltetem Landescheinwerfer in die Strasse *Route des*

Aviateurs ein anstelle in den Rollweg Sierra. In der Folge kollidierte das Flugzeug mit einem Zaunpfosten und kurze Zeit später einem Strassenverkehrsschild und wurde dabei leicht beschädigt. Der Pilot blieb unverletzt.

Sicherheitsdefizit

Die Beleuchtungssituation auf den Rollwegen des Flugplatzes Sion (LSGS) im Bereich des Sektors Grely trug wiederholt dazu bei, dass ein Pilot bei Nacht auf die Strasse Route des Aviateurs einrollte anstatt auf den dazu parallel verlaufenden Rollweg. In der Folge kollidierten die Flugzeuge mit einem Strassenverkehrsschild und wurden beschädigt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 547, 21.08.2019

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte zusammen mit dem Flughafenbetreiber Massnahmen ergreifen, welche die Beleuchtungssituation auf den Rollwegen im Bereich des Sektors Grely in der Nacht verbessern.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Die Absicht des BAZL, dass nach einer Überprüfung der Situation mit dem Flughafenbetreiber konkrete Verbesserungsmaßnahmen geplant werden, erscheint plausibel und zielführend. Allerdings wurden keine zeitlichen Rahmenbedingungen definiert, bis diese Massnahmen umgesetzt sein sollen. Bis zum aktuellen Zeitpunkt wurden noch keine Massnahmen ergriffen, welche die Beleuchtungssituation auf den Rollwegen im Bereich des Sektors Grely in der Nacht verbessern würden, weshalb die Sicherheitsempfehlung als noch nicht umgesetzt erachtet wird.

Gefährliche Annäherung eines Feuerwehrfahrzeuges an ein Verkehrsflugzeug, Flughafen Zürich, 10.01.2018

Nach einem Einsatz auf einer Piste näherte sich ein Flugfeldlöschfahrzeug einer kreuzenden, aktiven Piste gefährlich an, auf der gerade ein Linienflugzeug startete.



Sicherheitsdefizit

Es finden jährlich nur wenige Einsätze auf dem Pistensystem des Flughafens Zürich (LSZH) statt, weshalb insbesondere dienstjüngere Feuerwehrmitarbeiter diesbezüglich über wenig Routine verfügen. Regelmässige Fahrtrainings werden primär auf dem Rollweg- und Strassensystem des Flughafens durchgeführt, aus Rücksicht auf den dichten Flugverkehr fin-

den aber keine Fahrübungen auf dem Pistensystem statt. Das Fahrtraining auf den Pisten ist aber eine unabdingbare Voraussetzung, damit die Besatzungen der Feuerwehrfahrzeuge im Ernstfall ihre Arbeit sicher und ohne Gefährdung des Flugverkehrs ausführen können.

Sicherheitshinweis Nr. 27, 03.12.2019

Thema: Trainingsstand der Feuerwehrbesatzungen
Zielgruppe: Flughafenbetreiber und Feuerwehr des Flughafens Zürich

Der Flughafenbetreiber des Flughafens Zürich sollte in Zusammenarbeit mit der Flugsicherung und der Flughafenfeuerwehr Massnahmen ergreifen, damit Feuerwehrbesatzungen ein regelmässiges Fahrtraining auf dem Pistensystem erhalten.

Sicherheitsdefizit

Während der Fahrt lenkte die Besatzung eines Flugfeldlöschfahrzeuges ihre Aufmerksamkeit nicht ausreichend auf die Orientierung auf dem Pistensystem, weil sie sich durch weniger prioritäre Arbeiten und Gespräche ablenken liess, so dass es zu einer gefährlichen Annäherung an ein startendes Flugzeug kam. Eine Vorgabe, wonach eine Besatzung eines Feuerwehrfahrzeuges während des Einsatzes nicht relevante Arbeiten und Gespräche unterlassen sollte, existierte nicht. Ähnlich gelagerte Regeln, die als sterile flight deck bezeichnet werden, werden bei Flugbesatzungen im Cockpit von Verkehrsflugzeugen angewandt.

Sicherheitshinweis Nr. 28, 03.12.2019

Thema: Regeln innerhalb von Fahrzeugbesatzungen beim Befahren des Pistensystems
Zielgruppe: Feuerwehr auf dem Flughafen Zürich

Die Flughafenfeuerwehr des Flughafens Zürich sollte mit geeigneten betrieblichen Massnahmen sicherstellen, dass Feuerwehrbesatzungen bei Fahrten auf dem Pistensystem ihre Aufmerksamkeit auf den Fahrweg und die Orientierung lenken und für den Fahrweg nicht relevante Arbeiten und Gespräche unterlassen.

Unfall eines Segelflugzeuges, Amlikon, 18.07.2018

Ein eigenstartfähiges Segelflugzeug mit Klapptriebwerk sackte im Verlauf des Eigenstarts kurz nach dem Abheben durch, schlug hart auf dem Boden auf und wurde dabei leicht beschädigt. Einer der Insassen erlitt infolge des Aufpralles eine Fraktur eines Rückenwirbels.

Sicherheitsdefizit

Die vorgeschriebenen Doppelsteuerflüge zur Ausbildung zur Berechtigung für Eigenstart können in einem Reisemotorsegler (Touring Motor Glider – TMG) absolviert werden. Heutige Reisemotorsegler unterscheiden sich betrieblich kaum von Motorflugzeugen, der Unterschied zu eigenstartfähigen Se-

gelflugzeugen mit Klapptriebwerk ist hingegen ausgeprägt. Das Startverfahren bei einem eigenstartfähigen Segelflugzeug und die damit einhergehenden Risiken bedingen eine spezielle und typenspezifische Ausbildung. Zu diesen Risiken zählen beispielsweise die sehr abrupt eintretende Lageänderung bei einem Motorausfall, bei der sich das Flugzeug unvermittelt aufzubäumen neigt, oder ein Landeanflug mit ausgefahrenem Klapptriebwerk mit nicht funktionsfähigem Motor. Es ist deshalb nicht ausreichend, die Flüge am Doppelsteuer ausschliesslich auf einem Reisemotorsegler durchzuführen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 555, 03.12.2019

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollte durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass die Ausbildung für Eigenstart mit Segelflugzeugen mit Klapptriebwerk bezüglich der typenspezifischen Risiken angepasst wird.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Zwischenbericht, Drohnenunfall, Irchel, 09.05.2019

Rund zwei Minuten nach dem Start bei der Universität Zürich (UZH), Irchel löste die Drohne automatisch das Flugabbruchsystem (Flight Termination System) aus und leitete eine Notlandung ein.



Sicherheitsdefizit

Nach dem Ausstossen des Fallschirms riss die Verbindungsleine und die Drohne schlug ungebremst auf den Waldboden auf und wurde zerstört.

Sicherheitsempfehlung Nr. 553, 20.06.2019

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass die Befestigung des Fallschirms an der Drohne den möglichen Belastungen standhält.



Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Mit Schreiben vom 19. September 2019 teilte das BAZL mit, dass die ursprüngliche Befestigung des Fallschirms einen single failure darstellt, der sowohl vom Hersteller als auch vom BAZL im design review übersehen worden wäre. Ein Service Bulletin (SB), welches einen Scheuerschutz und ein redundantes zweites Seil für den Fallschirm vorsieht, wurde in allen Drohnen eingebaut.

Aufgrund der getroffenen Massnahmen erachtet die MUST die vorliegende Sicherheitsempfehlung als umgesetzt.

Sicherheitsdefizit

Nach dem Auslösen des Notfallschirms wurde das akustische Warnsignal von den Personen unweit der Absturzstelle nicht gehört.

Sicherheitsempfehlung Nr. 554, 20.06.2019

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass das akustische Warnsignal beim Einleiten einer Notlandung von Drittpersonen am Boden wahrgenommen werden kann.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Wie das BAZL mit Schreiben vom 19. September 2019 mitteilte, sei die Idee des akustischen Warnsignals, bei einer Notlandung mit dem Fallschirm allfällige Personen, die sich in der Nähe oder unter der am Fallschirm landenden Drohne befinden, zu warnen. Dies als zusätzliche Sicherheitsmassnahme zum Fallschirm. Personen im Fall eines 'freien Falls' zu warnen, sei nie die Absicht gewesen. Der Hersteller entschied aus eigener Initiative entscheiden, das akustische Signal zu verstärken. Die Argumentation des BAZL ist insofern nicht ganz schlüssig, als eine zielführende Warnung von Drittpersonen am Boden im Fall einer Notlandung letztlich eine Frage der Lautstärke und weniger der Fallgeschwindigkeit ist. Mit Blick auf die Eigeninitiative des Herstellers und Betreibers der Drohne wurde die Sicherheitsempfehlung als teilweise umgesetzt erachtet.

5.3 Eisenbahnen

Kollision eines Zuges mit einem Reisebus auf gesichertem Bahnübergang in Interlaken Ost, 20.05.2016

Am 20. Mai 2016, um ca. 20:00 Uhr kollidierte auf dem mit Schranken gesicherten Bahnübergang «Beau Rivage» in Interlaken Ost der Personenzug ICE 371 mit einem Reisebus. Dabei wurden zwei Insassen des Reisebusses schwer und fünfzehn weitere leicht verletzt. Die Front des ICE wurde durch die Kollision leicht, das Heck des Reisebusses erheblich beschädigt. Ausserdem wurde eine Bahnschranke beschädigt.

Die Kollision eines ICE-Zuges mit einem Reisebus auf dem mit Schranken gesicherten Bahnübergang «Beau Rivage» in Interlaken ist auf ein individuelles Fehlverhalten des Fahrers des Reisebusses zurückzuführen. Zum Unfall hat beigetragen, dass der Fahrer die Möglichkeit, den Gefahrenbereich mittels Durchbrechen der Schranken zu verlassen, nicht nutzte.



Sicherheitsdefizit

Mit dem Sanierungsprogramm des BAV wurden technische Massnahmen ergriffen, Bahnübergänge den gesetzlichen Vorgaben anzupassen und somit sicherer zu machen. Jedoch wird festgestellt, dass nun die Anzahl der Unfälle auf gesicherten Übergängen zunimmt. Wie der vorliegende Unfall, ähnliche Vorfälle und das Monitoring des BAV zu Unfällen auf Bahnübergängen zeigen, werden Unfälle fast in allen Fällen durch Fehlverhalten der Strassenverkehrsteilnehmer verursacht.

Sicherheitsempfehlung Nr. 138, 11.06.2019

Um die Sicherheit an den Bahnübergängen zu erhöhen, empfiehlt die SUST dem Bundesamt für Strassen (ASTRA), in Zusammenarbeit mit dem Fonds für Verkehrssicherheit (FVS) und dem Bundesamt für Verkehr (BAV), geeignete Massnahmen für die Sensibilisierung der Strassenverkehrsteilnehmer im Hinblick auf die Gefahren bei Bahnübergängen zu identifizieren

und umzusetzen. Dabei sollten insbesondere die Aspekte der Ausbildung der Strassenverkehrsteilnehmer und das Verhalten von Fussgängern berücksichtigt werden.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das ASTRA meldet, dass das BAV – bevor eine Absprache erfolgte – das Thema proaktiv aufgenommen und gemeinsam mit der SBB und weiteren Organisationen die Kampagne «Happy End» lanciert hat.

Dort werde unter anderem das (korrekte) Verhalten am Bahnübergang wie in der Sicherheitsempfehlung 138 vorgeschlagen thematisiert. Das korrekte Verhalten werde zudem seit einiger Zeit in den Fahrschulen gelehrt, womit sich dieses Wissen kontinuierlich weiter durchsetzen werde. Seitens ASTRA und dem FVS seien daher keine weiteren Aktionen vorgesehen.

Beinahekollision eines S-Bahn-Zuges mit einer Rangierlok in St. Margrethen, 16.09.2016

Am 16. September 2016 um 16:38 Uhr ereignete sich in St. Margrethen beinahe eine Kollision zwischen einem S-Bahn-Zug und einer Rangierlok. Eine Rangierlok, die von St. Margrethen nach Au SG fuhr, blieb wegen einer Störung kurz nach dem Einfahrsignal in den Bahnhof Au stehen. Dadurch wurde die Weiterfahrt eines S-Bahn-Zuges, der in entgegengesetzter Richtung nach St. Margrethen unterwegs war, verhindert.

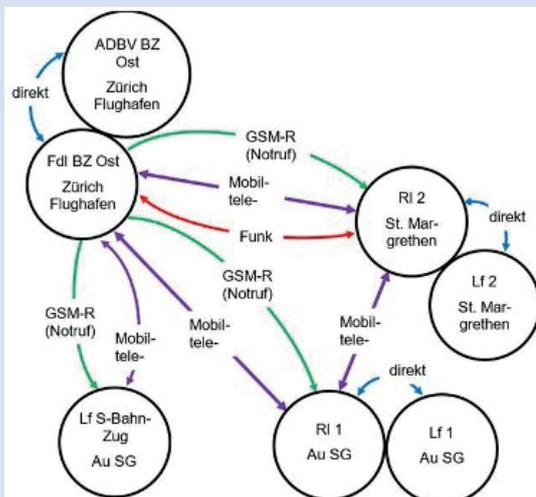
Der Zug musste im Bahnhof Au SG auf seine Weiterfahrt warten. Zur Störungsbehebung sollte mit Hilfe einer zweiten Rangierlok, die in St. Margrethen stationiert war, die defekte Rangierlok in den Bahnhof Au SG geschoben werden. Die Fahrt St. Margrethen – Au sollte als Rangierbewegung auf der Strecke durchgeführt werden. Zwischenzeitlich konnte die Störung der stehengebliebenen Rangierlok behoben werden, worauf sie weiterfahren durfte. Danach erhielt der S-Bahn-Zug ebenfalls die Zustimmung nach St. Margrethen weiter zu fahren. Kurz vor St. Margrethen sah der Lokführer des S-Bahn-Zuges eine Rangierlok auf seinem Gleis stehen und hielt mit einer Schnellbremsung unmittelbar vor der Rangierlok an.

Unklarheiten und Missverständnisse zwischen den beiden Rangierteams und dem Fahrdienstleiter bei der Bewältigung der Betriebsstörung führten dazu, dass die Rangierlok unerlaubterweise über die Rangiergrenze hinaus auf die Strecke gefahren war, währenddessen der S-Bahn-Zug auf dem Streckengleis signalmässig entgegenfuhr und es dadurch beinahe zu einer Kollision kam.

Zum Ereignis haben beigetragen:

- Teilweise zögernde Abgabe resp. Übernahme der Führungsverantwortung zwischen jüngeren, wenig erfahrenen, aber zuständigen Mitarbeitenden und älteren, erfahrenen mit niedrigeren Befugnissen bzw. Kompetenzen ausgestatteten Kollegen.

- Der Umgang mit sicherheitsrelevanten Aspekten durch die Beteiligten, bei dem sie Unsicherheiten und Unklarheiten hinnahmen, ohne sie aktiv zu klären.
- Es fehlte bei den Beteiligten im Fall dieses Ereignisses an Bewusstsein, dass sie sich im Spannungsfeld von zwei Pflichten befinden: Der Pflicht zur Ausführung von Anordnungen einerseits und der Pflicht, Anordnungen zu hinterfragen andererseits, wozu sie laufend ihre eigenen Einschätzungen und Gefühle wahrnehmen und hinsichtlich ihres Handelns berücksichtigen müssen. Die Pflicht zur Ausführung von Anordnungen wurde von den Beteiligten zu hoch gewichtet. Dabei wurden sogar Zuständigkeitsüberschreitungen toleriert.
- Die Beteiligten waren zu sehr darauf fokussiert, die Störung des Normalbetriebes so rasch wie möglich zu beheben, um allfällige Auswirkungen auf den (Personen)Verkehr und auf ihre weiteren Aufgaben so tief wie möglich zu halten. Die Beteiligten gewichteten im Spannungsfeld von Sicherheitsgewährleistung versus Zeitdruck den Zeitfaktor zu hoch.
- Die Beteiligten hatten ungleiche Wissensstände über die Situation und ihre Bewältigung, ohne sich dessen bewusst sein zu können, da keine technische Möglichkeit für eine gemeinsame, gleichzeitige Kommunikation bestand.
- Mit der Vorinformation durch den Rangierleiter 1 und die vor der Fahrt übermittelte Fahrordnung währte sich der Rangierleiter 2 irrtümlich berechtigt, die Fahrt als Rangierbewegung auf die Strecke auszuführen, als die Signale eine Zustimmung zur Fahrt anzeigten.
- Eine Verwechslung bei der telefonischen Anwahl eines Empfängers, die durch den irrtümlich angerufenen Empfänger nicht aufgeklärt wurde.
- Das zuvor aufgebaute Dispositiv zur Störungsbewältigung wurde nicht für alle Beteiligten deutlich genug aufgehoben, bevor der Normalbetrieb wiedereingeführt wurde.



Sicherheitsdefizit

Der Rangierleiter 1 übernahm unausgesprochen die Führung der Störungsbewältigung. Der Fahrdienstleiter hinterfragte nicht weiter, was die beste Lösung wäre. Der Rangierleiter 2 überschätzte sich und der Lokführer 2 intervenierte nicht. Der Rangierleiter 2 war sich nicht sicher über das Ziel der Fahrt, traf aber dann eine unsichere Annahme, weil der Fahrdienstleiter einen ungeduldigen Eindruck machte. Selbst der Lokführer des S-Bahn-Zuges sorgte durch eine nicht geplante Nachfrage nach dem Stand der Störungsbewältigung für einen zusätzlichen Störmoment. Das waren soweit alles verständliche Reaktionen, bei denen alle Beteiligten das durchaus legitime Ziel verfolgten, die Strecke möglichst rasch wieder frei zu geben. Die Neigung des Menschen zu Stressreaktionen, unreflektierte Risikobereitschaft und ein Mangel an Kommunikation zwischen den Beteiligten waren ausschlaggebend. Hierdurch entstanden Fehlerketten, die im vorliegenden Fall nicht durchbrochen wurden. Es gibt kaum Ereignisse, die durch einen Fehler einer einzelnen Person verursacht werden. In den meisten Fällen sind es Verkettungen von Fehlern mehrerer Beteiligter, die zu Unfällen führen. Vorkommnisse können folglich verhindert werden, wenn Beteiligte in der Lage sind, Fehlerketten zu unterbrechen. Die Fähigkeiten, mit welchen Fehlern erkannt und Fehlerketten unterbrochen werden können, können und müssen trainiert werden. Eine zentrale Voraussetzung ist, die Mitarbeiter zu befähigen, offen über Vorgänge zu sprechen, die sie stören bzw. potentiell ablenken können. Eine gezielte Schulung und Repetition dieser Fähigkeiten ist bislang im öffentlichen Verkehr nicht systematisch Teil der Ausbildungen von Personen mit sicherheitsrelevanter Tätigkeit.

Sicherheitsempfehlung Nr. 145, 27.08.2019

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) sollte verpflichtende Vorgaben machen, wonach die Personen mit sicherheitsrelevanten Aufgaben in der Aus- und periodischen Weiterbildung hinsichtlich Denk- und Verhaltensweise für Störungsbewältigung ähnlich zu schulen sind, wie dies in der Aviatik mit TRM-Schulungen erfolgt.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV ist der Meinung, dass mit den geltenden Vorgaben (Verordnung EU 762/2018 und FDV) die Empfehlung der SUST erfüllt wird. Das BAV sieht keinen Handlungsbedarf zusätzliche, verpflichtende Vorgaben für die Aus- und Weiterbildung zu erlassen.

Sicherheitsdefizit

Um Zeit zu gewinnen, wurde die Fahrordnung für eine Rangierbewegung auf die Strecke vor der eigentlichen Ausführung übermittelt. Nachfolgend wurde eine Rangierbewegung zum Aufstellen innerhalb des Bahnhofs eingeleitet. Der vorzeitige Erhalt der Fahrordnung hatte zu einer

falschen Erwartungshaltung geführt. Die bestehende Regelung mit der quittungspflichtigen Übermittlung und dem individuellen Festhalten in einem Formular führte zu nicht deckungsgleichen Informationen unter den Beteiligten, respektive bewahrte nicht vor einem ungleichen Wissensstand zwischen den Beteiligten. Um keine falschen Erwartungshaltungen auszulösen, ist die vorzeitige Übermittlung zu vermeiden. Ein gleicher Stand der Informationen verringert die potentiellen Missverständnisse deutlich.

Sicherheitsempfehlung Nr. 146, 27.08.2019

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) sollte prüfen, ob das Vorgehen mit dem quittungspflichtigen Übermitteln und Ausfüllen von Formularen vorgängig der Ausführung die Zielsetzung einer eindeutigen, unmissverständlichen Absprache zwischen Beteiligten erfüllt, welches zudem sowohl den zeitlichen Erfordernissen als auch Sicherheitsaspekten jederzeit angemessen Rechnung trägt und als Vorgehen selbst nicht zusätzliche Sicherheitsrisiken bringt. Bei der Prüfung sollten insbesondere die Möglichkeiten der heute verfügbaren Kommunikationsmittel berücksichtigt werden.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAV ist der Meinung, dass mit der Übernahme der Vorgabe «Die Befehle sind so nah wie praktikabel an der auszuführenden Stelle zu übermitteln.» gemäss TSI OPE in die FDV 2020 (R 300.3, Ziff. 6.2.1) der Empfehlung entsprochen wird und der Zeitpunkt einer Übermittlung so früh wie möglich stattfinden sollte.

Entgleisung eines Eurocity-Zuges in Luzern, 22.03.2017

Am 22. März 2017 um 13:57 Uhr entgleisten bei der Ausfahrt aus dem Bahnhof Luzern zwei Zwischenwagen eines Eurocity-Zuges, wobei nach dem Stillstand des Zuges sich einer der Wagen in Schräglage an einem Fahrleitungsmast abstützte. Es wurden sieben Zugpassagiere leicht verletzt. Der Sachschaden an der Infrastruktur und an den Fahrzeugen war beträchtlich. Für die Reparaturarbeiten an der Infrastruktur musste der Bahnhof Luzern über vier Tage für sämtlichen Zugverkehr der Normalspurbahn gesperrt werden.

Die Entgleisung eines Eurocity-Zuges am 22. März 2017 in Luzern auf einer Weiche ist auf das Aufsteigen des Spurkranzes auf die Weichenzungenoberkante zurückzuführen. Das Zusammenwirken von verschiedenen Faktoren hat dazu geführt, dass die Spurkranzkuppe in einem kritischen Bereich auf die Oberkante der Weichenzunge traf:

Die Verschleissform des Spurkranzes führte zu einem näheren Heranrücken der Spurkranzkuppe gegen die Weichenzungen spitze. Durch das über den bisher bekannten Werten liegende Klaffen der Weichenzunge stand die Wei-

chenzungen spitze zudem nahe am kritischen Bereich der Spurkranzkuppe. Der mangelnde Schmierfilm zwischen Spurkranzflanke und Schienenflanke führte zur Erhöhung des Reibwerts. Zusammen mit einer erhöhten Querkraft infolge des Defekts an der Querfederung des erstentgleisten Drehgestells erfolgte eine erhöhte Radanhebung während der Bogenfahrt. Alle diese Faktoren trugen dazu bei, dass die Spurkranzkuppe so positioniert wurde, dass das Rad auf die Weichenzungenoberkante aufsteigen konnte. Zusätzlich war die Spurkranzkuppe durch eine Aufwalzung etwas flacher, was das Aufsteigen ohne wesentliches Zurückdrücken der Weichenzunge begünstigte.



Sicherheitsdefizit

Mit statischen Messungen mittels einer Formlehre wird im Bereich der Weichenzungen spitze das Funktionsmass q_{Wz} kontrolliert. Daraus wird nach den anerkannten Regeln der Technik abgeleitet, dass das Klaffmass q_g einen akzeptablen Wert nicht überschreitet. Im Rahmen der Untersuchungen wurde erkannt, dass bei dynamischen Messungen das Klaffmass q_g grösser als bisher angenommen ausfallen kann. Unter betrieblicher Belastung entsteht eine geometrische Kontaktsituation, bei der bereits ein unverschlissenes Radprofil an der Weichenzunge aufsteigen und entgleisen kann. Dies dann, wenn das Klaffen zwischen Stockschiene und Weichenzunge zu gross ausfällt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 139, 16.07.2019

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) sollte Massnahmen und Vorgaben für ein Klaffen zwischen Stockschiene und Weichenzunge prüfen und sicherstellen, dass das Klaffmass q_g unter dem fahrenden Zug derart beschränkt bleibt, dass es nicht zu einem entgleisungskritischen Zustand führt.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Sicherheitsdefizit

Mit Messungen und verschiedenen Simulationen wurde festgestellt, dass die Reibung zwischen Spurkranzflanke und Schienenflanke Werte bis zu 0.6 erreichen kann. Das führt zu signifikanter Radanhebung bei Bogenfahrt, was wiederum in fahrdynamisch anspruchsvollen Gleisgeometrien,

wie sie in der Schweiz in einigen Fahrstrassen über Weichen vorhanden sind, zu einem entgleisungskritischen Zustand führen kann – und auch schon führte. Das praktizierte Schmieren der Schienenflanke über die Spurkranzschmierung von Triebfahrzeugen/Triebwagen stellt die Schmierung in kritischen Gleisgeometrien nicht sicher.

Die Technischen Spezifikationen für Interoperabilität (TSI) berücksichtigen die anspruchsvollen Gleisgeometrien, die im schweizerischen Schienennetz vorhanden sind, nur untergeordnet. Deshalb werden die Fahrzeuge immer weniger in der Lage sein, einen genügenden Beitrag zur Schmierung der Schienenflanke leisten zu können. Zurzeit wird davon ausgegangen, dass die Fahrzeuge auch unter trockenen Bedingungen entgleisungssicher betrieben werden müssen. Allgemein wird dazu von einem Reibwert von 0.4 ausgegangen. Verschiedene Untersuchungen von Entgleisungen im In- wie auch im Ausland haben aber gezeigt, dass dieser Wert bei trockenen Bedingungen ohne Schmierung der Schienenflanke oder Spurkranzflanke bis zu einer entgleisungskritischen Situation überschritten wird.

Sicherheitsempfehlung Nr. 140, 16.07.2019

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) sollte Massnahmen und Vorgaben prüfen, die sicherstellen, dass in Bereichen mit fahrdynamisch anspruchsvoller Gleisgeometrie jederzeit die Schmierung der Schienenflanke sichergestellt ist.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Starkstromunfall bei Instandhaltungsarbeiten in Visp, 25.07.2017

Am 25. Juli 2017 um 01:30 Uhr kam es zu einem Starkstromunfall bei Instandhaltungsarbeiten an der Fahrleitung in Visp. Der Unfall ereignete sich, als ein Fahrleitungsmonteure versuchte, gemäss Auftrag, einen Isolator der Fahrleitung auszutauschen. Entgegen seiner Überzeugung stand die Fahrleitung unter Spannung. Beim Annähern mit einem Werkzeug an die Fahrleitung entstand ein Störlichtbogen, durch den der Fahrleitungsmonteure schwer verletzt wurde. Der Starkstromunfall ist darauf zurückzuführen, dass bei Arbeiten an der Fahrleitung ein Störlichtbogen entstand, weil eine Fahrleitung im Arbeitsbereich unter Spannung stand.

Zum Unfall haben beigetragen:

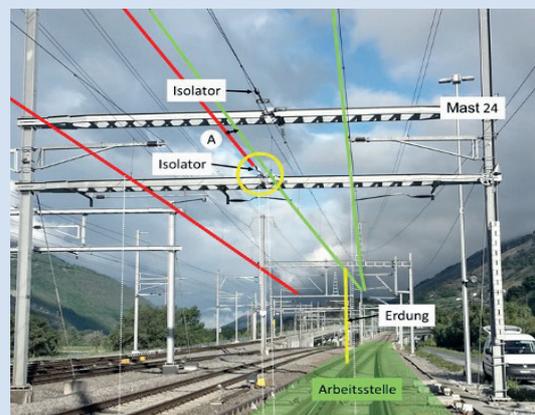
- Die «5 + 5 lebenswichtigen Regeln im Umgang mit Elektrizität» wurden nicht vollständig und konsequent eingehalten.
- Die Risikobeurteilung war allgemein gestaltet und nicht auf die konkreten Arbeiten ausgerichtet.
- Das Sicherheitsdispositiv beinhaltete weder Hinweise noch Massnahmen bezüglich eines unter Spannung stehenden Fahrleitungsteils in der Arbeitsstelle.

Der Auftrag war nicht eindeutig und beinhaltete nicht ausführbare Instandhaltungsmassnahmen.

- In der Vorbereitungsphase wurde keine Begehung vor Ort durchgeführt.
- Die Mitarbeiter wurden vor der Arbeitsausführung bei der Arbeitsstelle nicht instruiert.
- Die Fahrleitungen wurden nicht allseitig der Arbeitsstelle geerdet.

Weitere Faktoren:

- Die Darstellung des Symbols «elektrische Trennung (mit Parallelführung)» hat nicht dazu beigetragen, die Gefahr zu erkennen.
- Das T-Shirt aus Kunstfasern hätte allfällige Verbrennung im Bereich des Oberkörpers zusätzlich verschlimmern können.



Sicherheitsdefizit

Der vorliegende Fall zeigt auf, dass die Arbeitsvorbereitung inklusive Dokumentation, Übergabe, Instruktion und Kontrolle ein sicheres Arbeiten auf der Arbeitsstelle nicht ermöglichte. Die erforderlichen Dokumente wiesen Mängel auf und waren nicht aufeinander abgestimmt. Eine Instruktion und Überprüfung vor Ort hat nicht stattgefunden. Die Fälle Rivaz (VD), Reg.-Nr. 2018030601 und La Conversion (VD), Reg.-Nr. 2018032301 zeigen ebenfalls sicherheitsrelevante Mängel in Bezug auf die Arbeitsvorbereitung auf.

Sicherheitsempfehlung Nr. 144, 03.09.2019

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) sollte die Audits und Betriebskontrollen mit dem Fokus auf die Sicherheit der Arbeitsstellen weiterführen und zusätzlich Erkenntnisse sowie Massnahmen der Infrastrukturbetreiberinnen hinsichtlich Wirksamkeit und Nachhaltigkeit überprüfen. Der Fokus sollte insbesondere auf folgende Aspekte gelegt werden:

- Überprüfung der vorgelagerten Prozesse wie: Risikoanalyse, Sicherheitsdispositiv, Betriebliche Anordnung Bau, Auftrag und Dokumentation sowie die Auftragsübergabe und Instruktion an die ausführenden Mitarbeiter sowie der Kontrolle auf den Arbeitsstellen.
- Organisation von Aus- und Weiterbildungen der Mitarbeiter im Arbeitsvorbereitungsprozess sowie deren regelmässige Begleitung zwecks Qualitätssicherung.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV führt die Audits und Betriebskontrollen weiter, prüft die Wirksamkeit und Nachhaltigkeit ergriffener Massnahmen im Rahmen der Sicherheitsüberwachung und wird die Prüfanweisung «Betriebskontrolle elektrische Anlagen» bezüglich Arbeiten an elektrischen Anlagen oder in deren Nähe bis 31. Juli 2020 ergänzen.

Entgleisung eines ICE in Basel, 29.11.2017

Am 29. November 2017 um 16:59 Uhr entgleisten bei der Einfahrt in den Bahnhof Basel SBB drei Zwischenwagen eines ICE-Zuges. Es wurden keine Personen verletzt. Der Sachschaden an der Infrastruktur und an den Fahrzeugen war beträchtlich.

Die Entgleisung des ICE 75 bei der Einfahrt in den Bahnhof Basel SBB auf der verstellten Doppelkreuzungsweiche 317 ist darauf zurückzuführen, dass infolge des grossen Klaffmasses durch das Wegkippen der Stockschiene im Bereich der Weichenzungen das erste linke Rad des Wagens 9 etwa 50 cm nach der Zungenspitze auf die Zungenoberkante aufliess, die Spurführung verlor und nach zwei Metern entgleiste. Im Rahmen der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass der ungenügende Schmierzustand der Schienenfahrkanten und der Weichenzungen massgeblich zum Risiko beitragen kann.



Sicherheitsdefizit

Mit Messungen und verschiedenen Simulationen wurde festgestellt, dass die Reibung zwischen Spurkranzflanke und Schienenflanke Werte bis zu 0.6 erreichen kann. Das führt zu signifikanter Radanhebung bei Bogenfahrt, was wiederum in fahrdynamisch anspruchsvollen Gleisgeometrien, wie sie in der Schweiz in einigen Fahrstrassen über Weichen vorhanden sind, zu einem entgleisungskritischen Zustand führen kann – und auch schon führte. Das praktizierte Schmieren der Schienenflanke über die Spurkranzschmierung von Triebfahrzeugen/Triebwagen stellt die Schmierung in kritischen Gleisgeometrien nicht sicher.

Die Technischen Spezifikationen für Interoperabilität (TSI) berücksichtigen die anspruchsvollen Gleisgeometrien, die im schweizerischen Schienennetz vorhanden sind, nur untergeordnet. Deshalb werden die Fahrzeuge immer weniger in der Lage sein, einen genügenden Beitrag zur Schmierung der Schienenflanke leisten zu können. Zurzeit wird davon ausgegangen, dass die Fahrzeuge auch unter trockenen Bedingungen entgleisungssicher betrieben werden müssen. Allgemein wird dazu von einem Reibwert von 0.4 ausgegangen. Verschiedene Untersuchungen von Entgleisungen im In- wie auch im Ausland haben aber gezeigt, dass dieser Wert bei trockenen Bedingungen ohne Schmierung der Schienenflanke oder Spurkranzflanke bis zu einer entgleisungskritischen Situation überschritten wird.

Sicherheitsempfehlung Nr. 140, 03.09.2019

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) sollte Massnahmen und Vorgaben prüfen, die sicherstellen, dass in Bereichen mit fahrdynamisch anspruchsvoller Gleisgeometrie jederzeit die Schmierung der Schienenflanke sichergestellt ist.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Sicherheitsdefizit

Die neuen Zungenvorrichtungen werden im Rohzustand eingebaut. Die Kontaktfläche der Zunge wies keinen Fettfilm auf. Eine erste manuelle Schmierung der Zunge fand nicht statt.

Sicherheitshinweis Nr. 21, 03.09.2019

Zielgruppe: Infrastrukturbetreiber

Nach dem Einbau einer neuen Zungenvorrichtung sollte eine erste Schmierungscharge manuell auf der Zunge angebracht werden, bis von den Spurkranzen der Räder ein genügend grosser Fettfilm auf die Zungenvorrichtung übertragen wurde.

Entgleisung eines ICE in Basel Badischer Bahnhof, 17.02.2019

Am 17. Februar 2019 um 20:47 Uhr befuhr ein ICE-Zug eine Weiche bei der Ausfahrt aus Basel Badischer Bahnhof. Der vordere Triebkopf und das erste Drehgestell des ersten Wagens fuhren nach der Weiche auf dem rechten Streckengleis weiter. Das hintere Drehgestell sowie der Rest des Zuges wurden auf das linke Streckengleis abgelenkt. Dabei entgleiste das hintere Drehgestell. Der erste Wagen wurde schräg über beide Gleise über ca. 900 m mitgeschleift, bis der Zug rund 20 m vor einer zwischen den beiden Gleisen vorhandenen Tunnelwand zum Stehen kam. Eine Person verletzte sich an der Hand beim Versuch, den Zug über die Nottüröffnung anzuhalten.

Die Entgleisung eines ICE-Zuges bei der Ausfahrt in Basel Badischer Bahnhof ist auf das versehentliche, unzulässige Hilfsauflösen seiner Zugfahrstrasse und dem folgenden Einstellen einer anderen Zugfahrstrasse zurückzuführen, wodurch unter dem fahrenden Zug eine Weiche umgesteuert wurde.



Sicherheitsdefizit

Die Sicherungsanlage Basel Badischer Bahnhof auf Schweizer Gebiet hat gegenüber den Schweizer Stellwerken die Schwäche, nach dem Hilfsauflösen einer Zugfahrstrasse nicht zu verhindern, dass unmittelbar danach Fahrstrassenelemente angesteuert werden können. Hierzu besteht für die Stellwerke in Deutschland keine Anforderung.

Die Kompetenz zum Festlegen von Anforderungen über die Ausführung des Stellwerks liegt beim deutschen Eisenbahn-Bundesamt (EBA), das entsprechend einem Staatsvertrag auch für die Sicherungsanlage von Basel Badischer Bahnhof zuständig ist. Die SUST kann keine Sicherheitsempfehlung an die Aufsichtsbehörde von Deutschland aussprechen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 143, 03.09.2019

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) sollte den Bericht und die damit ausgesprochenen Sicherheitshinweise in geeigneter Form dem deutschen Eisenbahn-Bundesamt (EBA) zur Kenntnis bringen und dieses um eine Stellungnahme zu den vorgesehenen Massnahmen bitten.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Mit Schreiben des BAV vom 5. November 2019 wurden die Infrastrukturbetreiber Deutsche Eisenbahninfrastruktur in der Schweiz (DICH) und SBB Infrastruktur aufgefordert, zu den Sicherheitshinweisen Nr. 19 und 20 des SUST-Schlussberichts 2019021701 Stellung zu nehmen. Das Eisenbahn-Bundesamt in Bonn (EBA) wurde mittels Briefkopien in Kenntnis gesetzt. Eine Stellungnahme des EBA wurde nicht eingefordert.

Sicherheitsdefizit

Es war möglich, innerhalb kurzer Zeit eine Zugfahrstrasse Hilfsaufzulösen und eine andere Zugfahrstrasse einzustellen,

bei der Weichen einer zuvor Hilfsaufgelösten Zugfahrstrasse umgesteuert wurden. Es gab kein Erfordernis, vor dem erneuten Einstellen dieser Zugfahrstrasse beispielsweise eine Sperrzeit abzuwarten oder eine zweite Bedienhandlung auszuführen. Es gibt Sicherungsanlagen, die teilweise auch Fahrstrassenelemente enthalten, die nach einer Hilfsauflösung automatisch unmittelbar in eine Vorzugslage umgestellt werden. In Deutschland hat dies auch bereits zu ähnlichen Ereignissen geführt.

Es gibt eindeutige Vorgaben der DB Netz AG an den Fahrdienstleiter, unter welchen Voraussetzungen eine Zugfahrstrasse Hilfsaufgelöst werden darf. Der Mechanismus dieser Vorgabe soll sicherstellen, dass ein automatisches Ansteuern von Fahrstrassenelementen oder eine erneute Fahrstrasseneingabe keine Risiken aufweist. Es gibt keine weiteren Abhängigkeiten, unter welchen Voraussetzungen Fahrstrassenelemente erneut angesteuert werden können, nachdem eine Fahrstrassen-Hilfsauflösung vorgenommen wurde. Die Absicherung des Risikos nach einer Fahrstrassen-Hilfsauflösung basiert einzig auf einer schriftlichen Vorgabe für den Fahrdienstleiter, die vor der Hilfsauflösung zu beachten ist. Sind Not- und Umgehungsbedienungen auch mit einer «Codierten Bedienung» über eine Zehnertastatur (Nummernstellpult) erlaubt, spricht man in der Schweiz von einer «Rechnerbedienung». Solche Bedienungen sind in der Schweiz wie eine ferngesteuerte Bedienung zu betrachten und weisen deshalb jedenfalls einen Notauflösezeitverschluss auf.

Sicherheitshinweis Nr. 19, 03.09.2019

Zielgruppe: Infrastrukturbetreiberinnen

Die Infrastrukturbetreiberinnen sollten die Bedingungen überprüfen, unter denen nach einer Fahrstrassen-Hilfsauflösung das unmittelbar folgende Beanspruchen von Fahrstrassenelementen der aufgelösten Zugfahrstrasse möglich sein soll, und nötigenfalls entsprechende Vorkehrungen treffen.

Sicherheitsdefizit

Auf der Strecke zwischen Basel Badischer Bahnhof und Gellert liegt die Zuständigkeit für die Betriebsführung je nach Fahrtrichtung bei zwei Leitstellen. Dabei erfolgt die Funkumschaltung zwischen dem deutschen und dem schweizerischen GSM-R-Netz nicht übereinstimmend zur Zuständigkeit. So war es dem Fahrdienstleiter Basel Badischer Bahnhof bspw. nicht möglich, einen Zug in seinem Zuständigkeitsbereich zu erreichen, der möglichst rasch zum Stehen hätte gebracht werden müssen.

Sicherheitshinweis Nr. 20, 03.09.2019

Zielgruppe: SBB-I und DICH

SBB-I und DICH sollten überprüfen, ob die heutigen Stellen für die Funkumschaltung auf der Strecke zwischen Basel Badischer Bahnhof und Basel SBB bzw. Basel RB geeignet sind und nötigenfalls Anpassungen vornehmen.

Zwischenbericht, Tödlicher Arbeitsunfall eines Zugchefs in Baden, 04.08.2019

Am Sonntag, 4. August 2019 gegen 00:10 Uhr wurde der Zugchef des Interregiozuges IR 1893 bei der Abfahrt aus dem Bahnhof Baden beim Türschliessvorgang in einer Türe eingeklemmt und mitgeschleift. Dabei zog er sich tödliche Verletzungen zu.

Die Abfertigung des Zuges erfolgte auf Gleis 2 im Bahnhof Baden. Nachdem der Fahrgastwechsel abgeschlossen war, erteilte der Zugchef per SMS den Abfahrtsbefehl an den Lokführer. Mit dem Vierkantschlüssel betätigte er an der Türe 4 des fünftletzten Wagens den UIC-Schliessbefehl für die Türen am Zug. Um den Schliessvorgang zu überwachen, bleibt die Türe, bei der der Befehl erfolgt, offen. Diese Türe muss durch Drücken eines separaten Tasters nachträglich vom Zugchef geschlossen werden. Der Zugchef wurde während des Türschliessungsprozesses durch die Türe 4 eingeklemmt.

Sicherheitsdefizit

Das pneumatische Einklemmschutzsystem muss systembedingt kurz vor dem Abschlussvorgang ausgeschaltet werden.

Der zuverlässige Schaltpunkt des Sensors «Türe zu 98 % geschlossen», der das pneumatische Einklemmschutzsystem deaktiviert, ist nicht gewährleistet. Daher kann die Einklemmschutzfunktion, entgegen seiner Vorgabe, vor der 98 % der Türschliessung nicht mehr garantiert werden.

Sicherheitsempfehlung Nr. 141, 20.08.2019

Die SUST empfiehlt dem Bundesamt für Verkehr (BAV), den Fahrzeughalter aufzufordern, das heutige System für die Inaktivschaltung des Einklemmschutzes auf dem EW IV durch ein zuverlässiges System zu ersetzen.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAV verfügte am 22. August 2019, dass die Sicherheitsempfehlungen Nr. 141 umgesetzt werden muss. Darüber hinaus hat das BAV angeordnet, dass die SBB die Organisation und die Abläufe beim Fahrzeugunterhalt von einer externen Stelle überprüfen lassen müssen.

Sicherheitsdefizit

In die Türen eingeklemmten Personen oder Gegenstände müssen mit hoher Sicherheit festgestellt werden. Das heutige System der EW IV mit der Parallelschaltung von zwei Türendshaltern erfüllt diese Anforderung nicht. Die Tür kann der Lokführer als geschlossen gemeldet werden, obwohl diese nicht ganz verschlossen ist. Dies führt zu Unsicherheit beim Lokpersonal und kann zu Unfällen führen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 142, 20.08.2019

Die SUST empfiehlt dem Bundesamt für Verkehr (BAV), den Fahrzeughalter aufzufordern, das Türendschaltersystem der EW IV so anpassen zu lassen, dass die rote Kontrolllampe dem Lokführer den korrekten Zustand der Türen anzeigt.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAV verfügte am 22. August 2019, dass die Sicherheitsempfehlungen Nr. 142 umgesetzt werden muss. Darüber hinaus hat das BAV angeordnet, dass die SBB die Organisation und die Abläufe beim Fahrzeugunterhalt von einer externen Stelle überprüfen lassen müssen.

5.4 Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt

Im Berichtsjahr wurden bei den Verkehrsträgern Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt keine Berichte mit Sicherheitsempfehlungen publiziert.

6 Analyse



6.1 Luftfahrt

Die nachfolgenden Kapitel 6.1.1 bis 6.1.4 veranschaulichen die zeitliche Entwicklung der absoluten Anzahl von Flugunfällen und der Unfallraten verschiedener Kategorien von Luftfahrzeugen zwischen 2007 und 2019. Die Unfallraten werden berechnet, indem die absolute Anzahl Unfälle mit der jeweiligen jährlichen Anzahl der Flugbewegungen standardisiert wird. Die Anzahl der Flugbewegungen der Jahre 2007 bis 2018 wurden durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) erhoben und zur Verfügung gestellt. Die Flugbewegungszahlen für das Jahr 2019 wurden mit einem statistischen Modell extrapoliert.

Auswertungen wurden für folgende drei Luftfahrzeugkategorien vorgenommen:

- Motorflugzeuge mit einer maximalen Abflugmasse bis 5700 kg (inklusive Motorsegelflugzeuge und Reisemotorsegelflugzeuge im motorisierten Flug);
- Segelflugzeuge (inklusive Motorsegelflugzeuge und Reisemotorsegelflugzeuge im Segelflug);
- Helikopter

Ausserdem wurde eine Auswertung vorgenommen, bei welcher die Unfälle der drei Luftfahrzeugkategorien gesamthaft betrachtet wurden.

Infolge der teilweise unterschiedlichen Erhebung der Flugbewegungen für die verschiedenen Luftfahrzeugkategorien ist ein direkter Vergleich zwischen den verschiedenen Kategorien kaum möglich. Auch ist auch beim Vergleich mit Zahlen aus anderen Staaten Vorsicht geboten, da teilweise andere Definitionen und Abgrenzungen verwendet wurden.

Ursachen für Tendenzen oder Trends zu mehr oder weniger Unfällen, bzw. grösseren oder kleineren Unfallraten in den Zeitreihen können auf Grundlage der vorhandenen Daten und deren Analyse nicht abgeleitet werden.

Allen Kategorien gemeinsam ist, dass die absolute Zahl der Unfälle von Jahr zu Jahr schwankt. Die jeweiligen Zeitreihen der Unfallraten verlaufen nahezu identisch zu denjenigen der absoluten Werte. Modelle für Trendberechnungen, oder Berechnungen der Regression, basieren in

der Regel auf der Annahme, dass sich eine Zeitreihe aus systematischen und zufälligen Komponenten zusammensetzt. Bei Zeitreihen mit kleinen absoluten Zahlenwerten, wie dies hier der Fall ist, kann die Zufallskomponente die Berechnungen der Signifikanz majorisieren. Anders gesagt, der Einfluss einer allenfalls vorhandenen systematischen Komponente auf die Entwicklung der Zeitreihe ist marginal, die Zufallskomponente dominiert die Entwicklung. Aus diesen Gründen ergaben auch die statistischen Tests zu vermuteten Ab- oder Zunahmen (Trends) in den Zeitreihen nur in einem Fall eine Signifikanz.

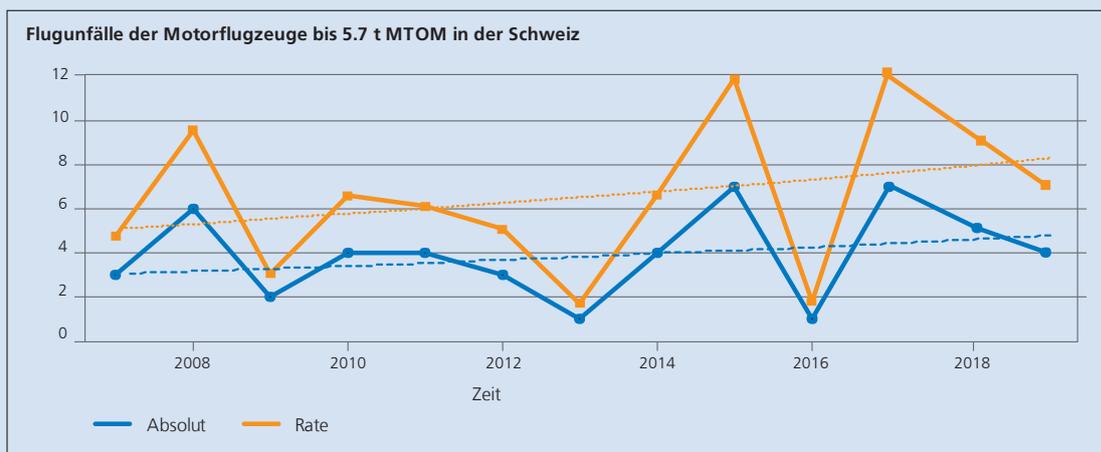
6.1.1 Motorflugzeuge mit einer maximalen Abflugmasse bis 5700 kg

Im Jahr 2019 wurden vier Flugunfälle in dieser Kategorie verzeichnet. Über die ganze Zeitreihe betrachtet bewegen sich die absoluten Unfall-

zahlen zwischen eins und sieben. Drei der vier höchsten Werte wurden in den letzten fünf Jahren registriert. Aus diesem Grund zeigen die Trend-Modelle jeweils eine leichte Zunahme der Anzahl Unfälle und der Unfallrate. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigen, dass die Zunahme im Erwartungswert auf +2.7 % pro Jahr für die Anzahl Unfälle und +4.0 % für die Unfallrate geschätzt wird. In beiden Fällen ist der Wert jedoch nicht signifikant von Null verschieden ($p = 0.477$ bzw. $p = 0.292$).

Die Zahl der Unfälle pro Jahr ist mit einem runden blauen Punkt dargestellt, die Unfallraten pro Jahr mit gelben Quadraten. Zur besseren Lesbarkeit wurden die Datenpunkte mit entsprechend eingefärbten Linien verbunden. Die blau gepunktete Linie stellt den Erwartungswert der Unfallzahlen, die gelb gepunktete Linie den Erwartungswert der Unfallraten dar.

Unfälle (Absolut) / Unfälle pro 1 Million Flugbewegungen (Rate)



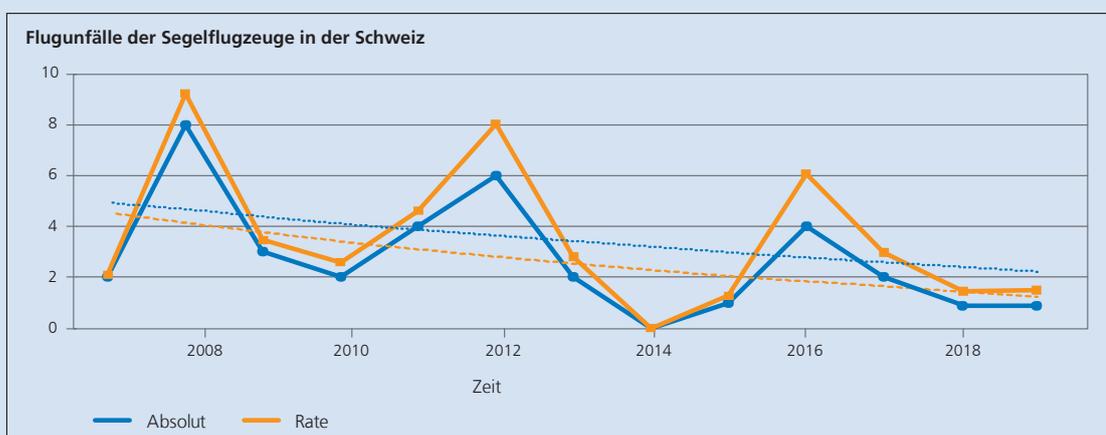
6.1.2 Segelflugzeuge

Im Jahr 2019 wurde ein Flugunfall in dieser Kategorie verzeichnet, dies ist – zusammen mit identischen Werten in den Jahren 2015 und 2018 – der zweittiefste seit 2007 registrierte Wert. Über die ganze Zeitreihe betrachtet bewegen sich die absoluten Unfallzahlen zwischen null und acht. Alle vier tiefsten Werte wurden in den letzten sechs Jahren registriert. Aus diesem Grund zeigen die Trend-Modelle jeweils eine leichte Abnahme der Anzahl Unfälle und der Unfallrate. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigen, dass die Zunahme im Erwartungswert auf -9.9 % pro Jahr für die Anzahl Unfälle und -7.1 % für die Unfallrate geschätzt wird – also jeweils eine Abnahme. Für die Unfallrate ist der

Wert wie in den früheren Jahren nicht signifikant von Null verschieden ($p = 0.113$). Für die Anzahl Unfälle hingegen ist dieser Wert erstmals signifikant von Null verschieden ($p = 0.025$). Das bedeutet, dass der augenfällige Trend abnehmender Werte erstmals statistisch signifikant ist.

Die Zahl der Unfälle pro Jahr ist mit einem runden blauen Punkt dargestellt, die Unfallraten pro Jahr mit gelben Quadraten. Zur besseren Lesbarkeit wurden die Datenpunkte mit entsprechend eingefärbten Linien verbunden. Die blau gepunktete Linie stellt den Erwartungswert der Unfallzahlen, die gelb gepunktete Linie den Erwartungswert der Unfallraten dar.

Unfälle (Absolut) / Unfälle pro 100 000 Flugbewegungen (Rate)

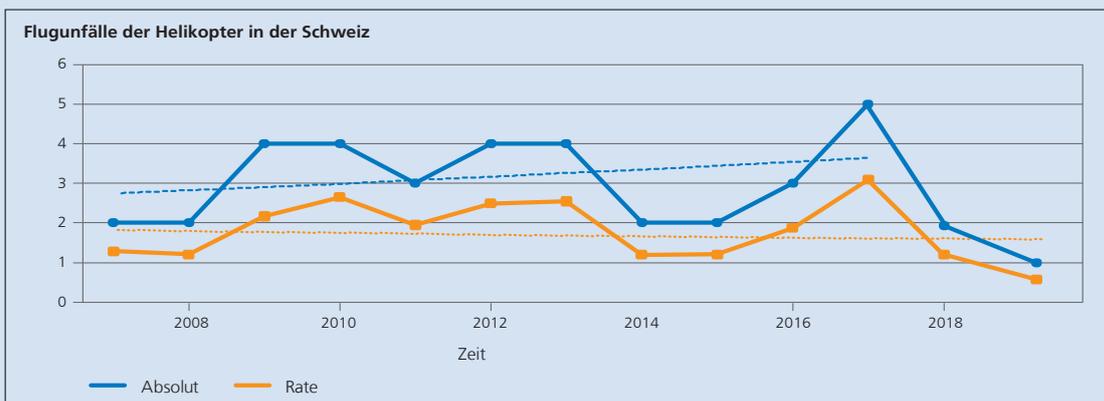


6.1.3 Helikopter

Im Jahr 2019 wurde ein Flugunfall in dieser Kategorie verzeichnet. Dies entspricht dem tiefsten in der Beobachtungsperiode registrierten Wert. Über die ganze Zeitreihe betrachtet bewegen sich die absoluten Unfallzahlen zwischen eins und fünf. Anzumerken bleibt, dass

ein weiterer Helikopterunfall, der sich 2019 ereignet hatte (24. August 2019, HB-YKJ), nicht in die vorliegende Statistik einfluss, da Flugbewegungen von Eigenbauluftfahrzeugen nicht in die für diese Statistik zugezogene Anzahl Flugbewegungen einfließen. Die jährlichen Schwan-

Unfälle (Absolut) / Unfälle pro 100 000 Flugbewegungen (Rate)



kungen sind im Vergleich zu den beiden vorher dargelegten Kategorien eher klein und bewegen sich um einen scheinbaren Mittelwert von drei. Die Trend-Modelle zeigen konsequenterweise nur marginale Abnahmen. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigen, dass die Änderung im Erwartungswert auf -1.7 % pro Jahr für die absolute Anzahl Unfälle und -1.8 % für die Unfallrate geschätzt wird – also jeweils eine Abnahme. In beiden Fällen ist der Wert jedoch nicht signifikant von Null verschieden ($p = 0.697$ bzw. $p = 0.673$).

Die Zahl der Unfälle pro Jahr ist mit einem runden blauen Punkt dargestellt, die Unfallraten pro Jahr mit gelben Quadraten. Zur besseren Lesbarkeit wurden die Datenpunkte mit entsprechend eingefärbten Linien verbunden. Die blau gepunktete Linie stellt den Erwartungswert der Unfallzahlen, die gelb gepunktete Linie den Erwartungswert der Unfallraten dar.

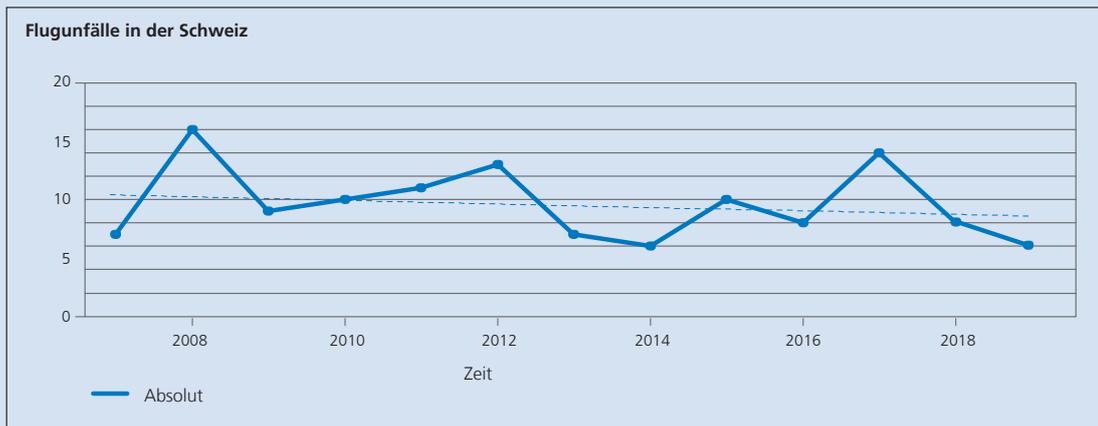
die ganze Zeitreihe betrachtet bewegen sich die absoluten Unfallzahlen zwischen 6 und 16. Für die Summe der Flugunfälle über alle drei Kategorien zeigt das verallgemeinerte lineare Regressionsmodell einen leichten Rückgang der Anzahl Unfälle. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigen, dass die Änderung im Erwartungswert auf -2.3 % pro Jahr für die Anzahl Unfälle geschätzt wird – also eine Abnahme. Der Wert ist jedoch nicht signifikant von Null verschieden ($p = 0.327$). Aufgrund der oben erwähnten Unterschiede in der Ermittlung der Flugbewegungen für die einzelnen Kategorien wird hier nur die absolute Anzahl der Unfälle berücksichtigt.

Die Zahl der Unfälle pro Jahr ist mit einem runden blauen Punkt dargestellt. Zur besseren Lesbarkeit wurden die Datenpunkte mit entsprechend eingefärbten Linien verbunden. Die blau gepunktete Linie stellt den Erwartungswert der Unfallzahlen dar.

6.1.4 Motorflugzeuge, Segelflugzeuge und Helikopter total

Bei allen drei Kategorien zusammen wurden im Jahr 2019 sechs Flugunfälle verzeichnet. Über

Unfälle (Absolut)



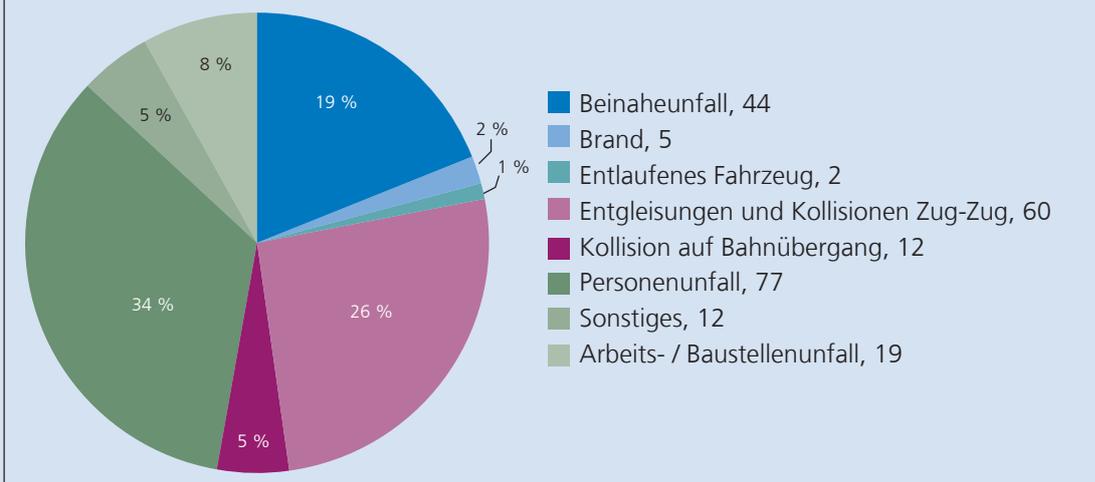
6.2 Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt

Verteilung der Ereignismeldungen, eröffneten Untersuchungen und publizierten Berichte

Verkehrsträger	Meldungen		Untersuchungen		Schlussberichte		Summarische Berichte	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Eisenbahnen	231	81.6 %	14	93 %	8	100 %	8	89 %
Trams	24	8.5 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Seilbahnen	12	4.3 %	1	7 %	0	0 %	0	0 %
Busse	9	3.2 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Binnenschifffahrt	4	1.4 %	0	0 %	0	0 %	1	11 %
Hochseeschifffahrt	3	1.1 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %

90 % der Meldungen betreffen die Eisenbahnen (inkl. Trams). Die restlichen 28 bzw. 10 % der Meldungen betreffen die übrigen Verkehrsträger Seilbahnen, Busse sowie Binnen- und Hochseeschifffahrt. Im Berichtsjahr wurden 14 Untersuchungen die Eisenbahnen und 1 Untersuchung die Seilbahn betreffend eröffnet. Die Mehrheit der veröffentlichten Berichte (inkl. summarische Berichte) betrifft den Bereich Eisenbahnen. Die Verteilung auf die Verkehrsträger entspricht in etwa der Verteilung der gemeldeten Ereignisse und eröffneten Untersuchungen.

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Eisenbahnen (ohne Trams)



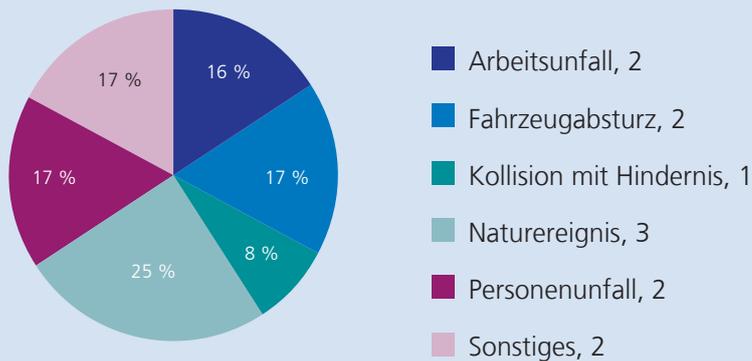
Beim Verkehrsträger Eisenbahnen (ohne Trams) mussten 231 Ereignismeldungen abgeklärt werden. Der überwiegende Anteil waren Personenunfälle, wobei sich in 31 Fällen nachträglich herausstellte, dass es sich um einen Suizid handelte.

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Trams



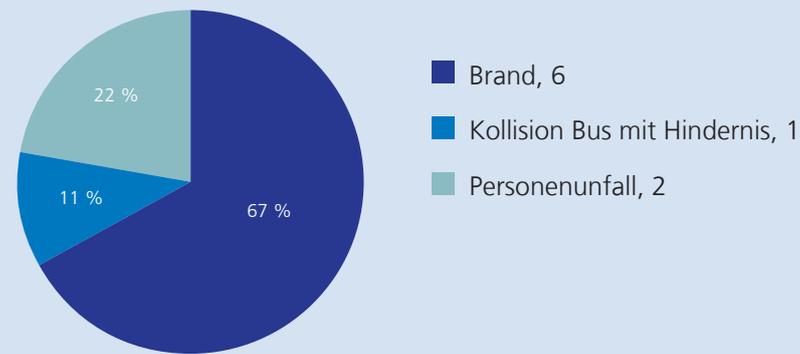
Beim Verkehrsträger Trams umfasst die Mehrzahl der Ereignisse Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern, sei dies ein Fussgänger (Personenunfall) oder ein Strassenfahrzeug. Zu beachten ist, dass Zwischenfälle auf öffentlichen Strassen, die auf eine Verletzung der Strassenverkehrsregeln zurückzuführen sind, der SUST nicht gemeldet werden müssen.

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Seilbahnen



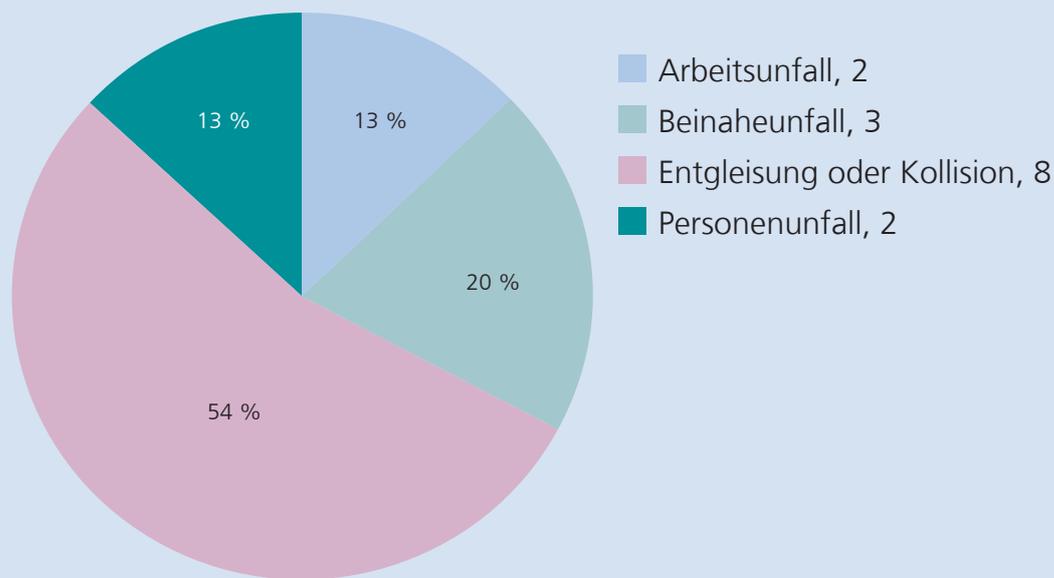
Die Mehrzahl der 12 Ereignismeldungen betrafen bei den Seilbahnen Vorfälle, bei denen Umwelteinflüsse (Wind, Lawine, Terrainabsenkung) die Ursache waren und in 2 Fällen zu Fahrzeugabstürzen führten. 2 Arbeitsunfälle hatten je einen tödlichen und einen schwerverletzten Mitarbeiter zur Folge.

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Busse



Zwischenfälle auf öffentlichen Strassen, die auf eine Verletzung der Strassenverkehrsregeln zurückzuführen sind, müssen der SUST nicht gemeldet werden und werden auch nicht untersucht. Im Verhältnis zu allen Ereignisarten machen die Brände die Mehrzahl der gemeldeten Ereignisse aus.

Verteilung der eröffneten Untersuchungen nach Ereignisarten aller Verkehrsträger



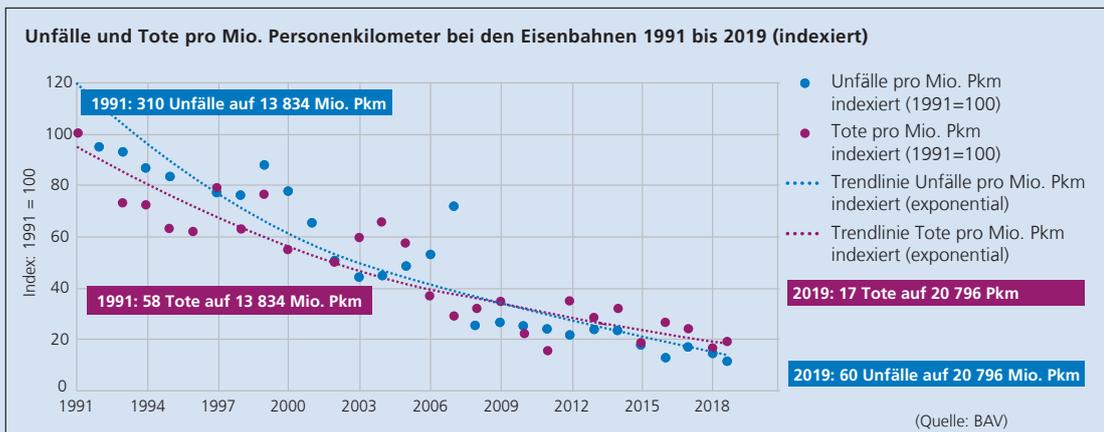
Die Mehrzahl der 15 eröffneten Untersuchungen betreffen Entgleisungen (3) und Kollisionen (4). Danach folgen Beinaheunfälle (3), bei denen kein Schaden verzeichnet wurde, gefolgt von vier Arbeits- und Personenunfällen, bei denen Personen zu Schaden kamen.

Entwicklung der Unfälle sowie der getöteten und schwerverletzten Personen im öffentlichen Verkehr

Verkehrsträger	Unfälle							Getötete							Schwerverletzte						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Eisenbahnen	107	107	83	71	84	73	60	23	27	16	22	21	16	17	65	68	43	22	41	25	23
Trams	54	49	35	36	35	37	71	4	6	5	3	2	7	3	45	37	28	30	50	29	64
Seilbahnen	4	8	10	6	5	6	8	1	3	2	1	0	0	1	3	5	9	6	5	6	9
Busse	39	37	49	42	42	65	70	2	4	5	4	7	5	4	34	39	44	37	39	62	65
Binnenschifffahrt	1	3	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
Alle Verkehrsträger	205	204	178	156	167	182	212	30	40	28	30	30	28	25	148	149	124	97	135	122	161

Über die letzten sieben Jahre haben die Unfälle sowie die tödlich und schwerverletzten Personen beim Verkehrsträger Eisenbahnen tendenziell abgenommen. Bei den Verkehrsträgern Trams und Busse hingegen haben die Anzahl der Unfälle sowie die Anzahl der Schwerverletzten eher zugenommen (Quelle Tabelle: BAV). Die hier gezeigte Tabelle enthält für einige Daten Abweichungen zu der Tabelle, die im Jahresbericht 2018 publiziert wurde. Grund dafür sind nachträgliche Korrekturen auf Basis zusätzlicher Informationen zu den Ereignissen (z. B. Feststellung von Suiziden), die das BAV nach Publikation des Jahresberichts 2018 erhalten hat.

Entwicklung der Unfälle und tödlich verletzten Personen bei den Eisenbahnen



Innerhalb der letzten 28 Jahre haben die Unfälle und tödlich verletzten Personen bei den Eisenbahnen auf rund einen Fünftel abgenommen. Dies ist Ergebnis der Bemühungen aller Beteiligten im gesamten Sicherheitsverbund, an dem die SUST auch ihren Anteil hat (Quelle Grafik: BAV).

Anhang



- Anhang 1: Verzeichnisse zu den Anzahl Meldungen, den eröffneten, laufenden und abgeschlossenen Untersuchungen sowie den publizierten Schlussberichten, Zwischenberichten und Studien bezüglich der Luftfahrt
- Anhang 2: Verzeichnisse zu den Anzahl Meldungen, den eröffneten, laufenden und abgeschlossenen Untersuchungen sowie den publizierten Schlussberichten, Zwischenberichten und Studien im öffentlichen Verkehr und der Hochseeschifffahrt
- Anhang 3: Statistische Angaben zu Zwischenfällen in der Luftfahrt
- Anhang 4: Daten der Luftfahrt für die statistische Auswertung (Kapitel 6) sowie dafür verwendete Methoden und konzeptionelle Überlegungen

Anhang 1

Verzeichnisse zu den Anzahl Meldungen, den eröffneten, laufenden und abgeschlossenen Untersuchungen sowie den publizierten Schlussberichten, Zwischenberichten und Studien bezüglich der Luftfahrt

Meldungen

Luftfahrt						
Jahr	Anzahl Meldungen	Eröffnete Untersuchungen	Abgeschlossene Untersuchungen			Laufende Untersuchungen
			total:	mit Schlussbericht:	mit summarischem Bericht:	
2019	1566	64	76	14	62	162
2018	1556	119	83	23 ³	53	156
2017	1259	86	93	30	48	111
2016	1219	92	58	28 ⁴	31	142
2015	1260	86	33	33	n. e.	n. e.

Publizierte Schlussberichte, Zwischenberichte und Studien

Nummer	Kennzeichen	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2360	HB-2384	18.07.2018	Amlikon Flugplatz (LSPA)	555	
2353	HB-ZKF	16.05.2018	Rund 600 m nordöstlich des Heliports Raron (LSER)		
2358	HB-IJU	10.01.2018	Zürich Flughafen (LSZH)		27, 28
2351	HB-CQZ	15.11.2017	Sion Aéroport (LSGS)	547	
2350	CS-DLB / HB-3442	15.10.2017	Südwestlich von Amriswil		24
2338	HB-3359	14.10.2017	Tschuggentälli / Davos		19
2339	HB-PER	04.08.2017	Diavolezza		
2346	HB-1714 / HB-EZX	27.05.2017	Mollis Flugplatz (LSMF)		
2352	HB-ZFM / Gleitschirm	28.12.2016	Oberdiessbach		
2343	CS-DXQ / HB-UCM	24.10.2016	3.3 NM nordwestlich des Flughafens St. Gallen-Altenrhein (LSZR)	543	20, 21
2347	D-KVEB	14.09.2016	Côte de Châtel		
2349	T7-FUN / HB-RBG	26.05.2016	Mollis Flugplatz (LSMF)	545	23

³ Inklusiv einem Zwischenbericht

⁴ Inklusiv einem Zwischenbericht

Nummer	Kennzeichen	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2313	HB-WAR	13.12.2015	Locarno Aeroporto (LSZL)	511, 533, 534	10
ZB	SUI-9903	09.05.2019	Zürich	553, 554	
Statusbericht	HB-HOT	04.08.2018	Piz Segnas		

Publizierte summarische Berichte

Kennzeichen	Ereignisdatum	Ort	Kurzbeschreibung des Ereignisses
HB-3411	21.09.2019	Bern Flughafen (LSZB)	Teilweise blockierte Flugsteuerung
HB-ZNZ	12.03.2019	Bissone	Kirchenturm beschädigt
N75WU / HB-CDU	27.02.2019	Rund 3 NM südwestlich des Funkfeuers Willisau (WIL)	Gefährliche Annäherung
SUI-9909	25.01.2019	rund 500 m nordöstlich der Landiwiese, Zürichsee	Unfall einer Drohne
HB-CQW / HB-PES	12.12.2018	Julierpass	Gefährliche Annäherung
HB-ODC	08.11.2018	Croix-de-Coeur	Landevorfall
F-JSQG	25.10.2018	La Croix de Coeur (LSYQ)	Autogyro Startunfall
HB-KAU	04.10.2018	Grenchen Flugplatz (LSZG)	Fastkollision mit einer Drohne
F-JDMN	03.10.2018	Sion (LSGS)	Start mit towbar
D-ELOH	30.09.2018	Bad Ragaz Flugplatz (LSZE)	Kollision am Boden
HB-ZRT / HB-CIE	29.09.2018	Über dem ehemaligen Militärflugplatz Interlaken	Fastkollision
HB-OUS	26.09.2018	Grenchen Flugplatz (LSZG)	Kopfstand wegen Propellerwind eines anderen Flugzeuges
HB-3204	23.09.2018	Ecuvillens Aérodrome (LSGE)	Fahrwerk bei Landung nicht ausgefahren
HB-JBA / D-KUHN	18.09.2018	Zürich Flughafen (LSZH), 16 NM nordwestlich	Gefährliche Annäherung
HB-RAG	01.09.2018	Thun Flugplatz (LSZW)	Starke Triebwerk-Vibrationen nach Start
N525L	17.08.2018	Kloten VOR	Teilweiser Kontrollverlust
HB-TSA	16.08.2018	Luzern-Beromünster Flugplatz (LSZO)	Fahrwerk beim Start abgebrochen
HB-KMF	17.07.2018	Fricktal Schupfart Flugplatz (LSZI)	Verlassen der Piste bei der Landung
HB-POX	12.07.2018	Hausen a. A. Flugplatz (LSZN)	Kontrollverlust bei der Landung, Kollision Hindernis

Kennzeichen	Ereignisdatum	Ort	Kurzbeschreibung des Ereignisses
HB-KFH	07.07.2018	Schaffhausen Flugplatz (LSPF)	Verlassen der Piste bei der Landung
N15YB / HB-3438	30.06.2018	Region Solothurn auf 6000 ft AMSL	Gefährliche Annäherung
HB-RBG	29.06.2018	Birrfeld Flugplatz (LSZF)	Überschlag nach der Landung
HB-SGT	04.06.2018	Wangen-Lachen Flugplatz (LSPV)	Verlassen der Piste beim Start
HB-ZYZ	25.05.2018	Verzasca Tal (Staudamm)	Kollision mit Drohne
HB-YFR	19.05.2018	Sion Aéroport (LSGS)	Fahrwerk am Boden eingefahren
HB-3051	05.05.2018	Bad Ragaz Flugplatz (LSZE)	Kollision mit Fahrzeug bei der Landung
HB-VYS / HB-KLE	01.05.2018	Grenchen Flugplatz (LSZG)	Gefährliche Annäherung
HB-CCN	07.04.2018	Buttwil	Gefährliche Annäherung
ES-PHR	28.10.2017	Genève Aéroport (LSGG)	Beschädigung des Fahrwerks
HB-KDM	25.08.2017	Grenchen Flugplatz (LSZG)	Kollision mit Hindernis beim Rollen
HB-1999	14.04.2017	Rhözüns	Kollision mit Hindernis bei Aussenlandung
HB-KOW	22.07.2017	Sion Aéroport (LSGS)	Kollision mit einem Hindernis beim Rollen
HB-2360	14.08.2016	Vouvry	Aussenlandung Motorsegler, weil Motor nicht mehr in Gang gesetzt werden konnte
G-EZTY	03.08.2016	Basel-Mulhouse Airport (LFSB)	Rauch im Cockpit und im Fluggastraum
HB-LUL	16.07.2011	Oberhallau	Absichtliche Kollision mit einem Hindernis

Anhang 2

Verzeichnisse zu den Anzahl Meldungen, den eröffneten, laufenden und abgeschlossenen Untersuchungen sowie den publizierten Schlussberichten, Zwischenberichten und Studien im öffentlichen Verkehr und der Hochseeschifffahrt

Meldungen, eröffnete, laufende und abgeschlossene Untersuchungen

Öffentlicher Verkehr und Hochseeschifffahrt						
Jahr	Anzahl Meldungen	Eröffnete Untersuchungen	Abgeschlossene Untersuchungen			Laufende Untersuchungen
			total:	mit Schlussbericht:	mit summarischem Bericht:	
2019	283	15	15	8	7	35
2018	304	14	32	14 ⁵	17	33
2017	376	25	38	27	12	50
2016	332	64	39	14 ⁶	26	79
2015	296	87	31	20 ⁷	13	n. e.

Publizierte Schlussberichte und Zwischenberichte

Reg.-Nr.	Verkehrsmittel	Art des Unfalls	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2016042601	Eisenbahn	Frontalkollision	26.04.2016	Corcapolo		
2016052001	Eisenbahn	Kollision auf bewachtem Bahnübergang	20.05.2016	Interlaken Ost	138	
2016091601	Eisenbahn	Beinaheunfall / Zuggefährdung	16.09.2019	St. Margrethen	145, 146	
2017032201	Eisenbahn	Entgleisung	22.03.2017	Luzern	139, 140	
2017032902	Eisenbahn	Entgleisung	29.03.2017	Bern		
2017072501	Eisenbahn	Starkstromunfall	25.07.2017	Visp	144	
2017112902	Eisenbahn	Entgleisung Zug oder Tram	29.11.2017	Basel	(140)*	21
2019021701	Eisenbahn	Entgleisung Zug oder Tram	17.02.2019	Basel Bad. Bhf	143	19, 20
2019080401_ZB	Eisenbahn	Arbeitsunfall	04.08.2019	Baden	141, 142	

* Die Zahl in Klammern bedeutet, dass die betreffende Sicherheitsempfehlung schon früher, zusammen mit dem Zwischenbericht zum entsprechenden Fall, veröffentlicht wurde.

⁵ Inklusiv einem Zwischenbericht

⁶ Inklusiv einem Zwischenbericht

⁷ Inklusiv zwei Zwischenberichten

Publizierte summarische Berichte

Reg.-Nr.	Verkehrsmittel	Art des Unfalls	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2013052801	Eisenbahn	Personenunfall	28.05.2013	Boll-Utzigen		
2015110501	Eisenbahn	Entlaufenes Fahrzeug	05.11.2015	Lugano Vedeggio		11, 12
2016061402	Eisenbahn	Beinaheunfall / Zuggefährdung	14.06.2016	Trois-Villes		
2017110601	Eisenbahn	Unregelmässigkeit ohne unmittelbare Gefährdung	06.11.2017	Biel		
2018060301	Binnenschiff-fahrt	Grundberührung	03.06.2018	Weesen		
2018091701	Eisenbahn	Kollision Zug-Rangierbewegung	17.09.2018	Zürich HB	109	
2018092502	Eisenbahn	Entlaufenes Fahrzeug	25.09.2018	Realp		
2018112301	Eisenbahn	Entlaufenes Fahrzeug / Kollision	23.11.2018	Chur		
2019052701	Eisenbahn	Personenunfall	27.05.2019	St-Prex		

Anhang 3

Statistische Angaben zu Zwischenfällen in der Luftfahrt

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen	49
2. Definitionen	49
3. Tabellen und Grafiken	51
3.1 Flugunfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge, Bestand Luftfahrzeuge und getöteter Personen	51
3.1.1 Flugunfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	52
3.1.2 Flugunfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge bis 5700 kg MTOM	53
3.1.3 Grafikübersicht der Flugunfälle und schweren Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge und getöteter Personen	54
3.2 Zusammenfassung der Unfalldaten der Berichtsperiode 2018 / 2019	55
3.2.1 Unfälle und schwere Vorfälle mit und ohne Personenschaden von schweizerischen Luftfahrzeugen im In- und Ausland und ausländischen Luftfahrzeugen in der Schweiz	55
3.2.2 Luftfahrzeugbestand und Unfälle / schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge	56
3.2.3 Unfälle und schwere Vorfälle nach Luftfahrzeugart schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge	57
3.2.4 Flugphase (Unfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge im In- und Ausland und ausländisch immatrikulierter Luftfahrzeuge in der Schweiz)	58
3.2.5 Verletzte Personen nach Funktion bei Unfällen und schweren Vorfällen schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge im In- und Ausland und ausländisch immatrikulierter Luftfahrzeuge in der Schweiz	59

1. Vorbemerkungen

Die folgende Jahresstatistik beinhaltet alle untersuchten Unfälle und schweren Vorfälle von zivil immatrikulierten schweizerischen Luftfahrzeugen im In- und Ausland sowie von ausländisch immatrikulierten Luftfahrzeugen in der Schweiz.

Unfälle von Fallschirmspringern, Hängegleitern, Drachen, Drachenfallschirmen, Fesselballonen, unbemannten Freiballonen und Modellluftfahrzeugen sind der Untersuchung nicht unterstellt.

2. Definitionen

Nachstehend werden einige Begriffe erläutert, die in der Flugunfalluntersuchung von Bedeutung sind:

Unfall

ein Ereignis beim Betrieb eines Luftfahrzeugs, das sich im Fall eines bemannten Luftfahrzeugs zwischen dem Zeitpunkt des Anbordgehens von Personen mit Flugabsicht und dem Zeitpunkt, zu dem alle diese Personen das Luftfahrzeug wieder verlassen haben, oder im Fall eines unbemannten Luftfahrzeugs zwischen dem Zeitpunkt, zu dem das Luftfahrzeug für Bewegungen zum Zweck des Flugs bereit ist, und dem Zeitpunkt, zu dem es bei Beendigung des Flugs zur Ruhe kommt und das primäre Antriebssystem abgeschaltet wird, ereignet, bei dem

- a) eine Person tödlich oder schwer verletzt worden ist durch
 - Anwesenheit an Bord des Luftfahrzeugs oder
 - unmittelbare Berührung mit dem Luftfahrzeug oder einem seiner Teile, einschliesslich Teilen, die sich vom Luftfahrzeug gelöst haben, oder
 - unmittelbare Einwirkung des Turbinenstrahls des Luftfahrzeugs, es sei denn, dass die Verletzungen eine natürliche Ursache haben, dem Geschädigten durch sich selbst oder von einer anderen Person zugefügt worden sind oder es sich um Verletzungen von unbefugt mitfliegenden Personen handelt, die sich ausserhalb der den Fluggästen und den Besatzungsmitgliedern normalerweise zugänglichen Räume verborgen haben, oder
- b) das Luftfahrzeug einen Schaden oder ein Strukturversagen erlitten hat und dadurch der Festigkeitsverband der Luftfahrzeugzelle, die Flugleistungen oder die Flugeigenschaften des Luftfahrzeugs beeinträchtigt sind und die Behebung dieses Schadens in aller Regel eine grosse Reparatur oder einen Austausch des beschädigten Luftfahrzeugbauteils erfordern würde, es sei denn, dass nach einem Triebwerksausfall oder Triebwerksschaden die Beschädigung des Luftfahrzeugs auf ein einzelnes Triebwerk (einschliesslich seiner Verkleidung oder seines Zubehörs), Propeller, Flügelspitzen, Funkantennen, Sonden, Leitbleche, Bereifung, Bremsen, Räder, Beplankung, Panels, Fahrwerksklappen, Windschutzscheiben oder Aussenhaut (wie kleine Einbeulungen oder Löcher), oder auf eine geringfügige Beschädigung der Hauptrotorblätter, der Heckrotorblätter oder des Fahrwerks oder auf eine Beschädigung, die durch Hagel- oder Vogelschlag (einschliesslich Löcher im Rادم) verursacht wurde, begrenzt ist, oder
- c) das Luftfahrzeug vermisst wird oder völlig unzugänglich ist.

Schwere Verletzung

eine Verletzung, die eine Person bei einem Unfall erlitten hat und auf die eines der folgenden Kriterien zutrifft:

- a) Krankenhausaufenthalt von mehr als 48 Stunden innerhalb von sieben Tagen nach der Verletzung;
- b) Knochenbruch (mit Ausnahme einfacher Brüche von Fingern, Zehen oder der Nase);
- c) Risswunden, die schwere Blutungen oder Verletzungen von Nerven-, Muskel- oder Sehnensträngen verursachen;
- d) Schäden an einem inneren Organ;
- e) Verbrennungen zweiten oder dritten Grades oder von mehr als 5 % der Körperoberfläche;
- f) nachgewiesene Exposition gegenüber infektiösen Stoffen oder schädlicher Strahlung.

Tödliche Verletzung

eine Verletzung, die eine Person bei einem Unfall erlitten hat und die innerhalb von 30 Tagen nach dem Unfall deren Tod zur Folge hat;

Grossluftfahrzeug

Luftfahrzeug, das eine höchstzulässige Abflugmasse (Maximum Take-Off Mass – MTOM) von mindestens 5700 kg aufweist, in der Lufttüchtigkeitskategorie Standard, Unterkategorie Transport eingeteilt ist oder über mehr als zehn Sitzplätze für Fluggäste und Besatzung verfügt.

Eintragsstaat

Staat, in dessen Luftfahrzeugregister das Luftfahrzeug eingetragen ist.

Herstellerstaat

Der Staat oder die Staaten, welche die Lufttüchtigkeit des Prototyps (Baumuster) bescheinigt haben.

Betreiberstaat

Staat, in dem das Flugbetriebsunternehmen seinen Hauptsitz oder seinen ständigen Sitz hat.

3. Tabellen und Grafiken

3.1 Flugunfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge, Bestand Luftfahrzeuge und getöteter Personen

Jahr	Bestand Luftfahrzeuge ⁸	Flugstunden ⁹	Flugpersonal-Ausweise ¹⁰	Anzahl Unfälle mit Untersuchung	Anzahl Unfälle mit summ. Verfahren	Total Anzahl Unfälle	Anzahl schwere Vorfälle		Total Unfälle und schwere Vorfälle	Anzahl Tote
							inkl. Airprox	Airprox mit Untersuchung ¹¹		
2006	3 822	715 572	15 368	27	31	58	10	7	68	10
2007	3 813	766 557	15 076	23	20	43	4	6	47	12
2008	3 765	784 548	14 691	28	19	47	5	6	52	11
2009	3 685	842 017	14 973	26	17	43	4	3	47	5
2010	3 705	793 592	15 313	21	16	37	8	4	45	8
2011	3 709	873 548	12 855 ¹²	21	24	46	13	8	59	13
2012	3 657	875 708	12 840	22	20	42	23	10	65	22
2013	3 620	933 752	11 871	28	16	44	20	11	64	15
2014	3 556	919 987	11 563	18	28	46	13	5	59	8
2015	3 494	865 404	11 536	29	24	53	22	4	75	12
2016	3 414	849 373	12 264	21	16	37	46	16	83	5
2017	3 333	850 525	12 101	25	22	47	32	8	79	18
2018	3 284	872 408	12 027	16	15	31	68	28	99	36
2019	3 211	903 030	12 131	16	7	23	38	13	61	5

⁸ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

⁹ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

¹⁰ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

¹¹ Inklusive Airprox mit ausländisch immatrikulierten Luftfahrzeugen

¹² Aufgrund der Revision des LFG werden seit dem 01.04.2011 keine Lernausweise mehr ausgestellt

3.1.1 Flugunfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM

Jahr	Bestand Luftfahrzeuge ¹³	Flugstunden ¹⁴	Anzahl Unfälle mit Untersuchung	Anzahl Unfälle mit summ. Verfahren	Total Anzahl Unfälle	Anzahl schwere Vorfälle		Total Unfälle und schwere Vorfälle	Anzahl Tote
						inkl. Airprox	Airprox mit Untersuchung ¹⁵		
2006	248	434 050	1	0	1	8	7	9	0
2007	260	393 368	3	0	3	0	5	3	1
2008	285	385 686	1	0	1	3	5	4	0
2009	293	394 055	0	0	0	4	3	4	0
2010	303	419 323	0	0	0	6	3	6	0
2011	299	458 225	0	0	0	9	8	9	0
2012	294	475 786	0	0	0	11	7	11	0
2013	290	540 826	1	0	1	11	8	12	0
2014	284	483 673	1	0	1	7	3	8	0
2015	284	466 086	1	0	1	11	1	12	0
2016	279	471 650	0	0	0	17	9	17	0
2017	254	482 135	0	0	0	6	2	6	0
2018	262	499 170	1	0	1	17	10	18	20
2019	260	537 046	0	0	0	8	3	8	0

¹³ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

¹⁴ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

¹⁵ Inklusive Airprox mit ausländisch immatrikulierten Luftfahrzeugen

3.1.2 Flugunfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge bis 5700 kg MTOM

Jahr	Bestand Luftfahrzeuge ¹⁶	Flugstunden ¹⁷	Anzahl Unfälle mit Untersuchung	Anzahl Unfälle mit summ. Verfahren	Total Anzahl Unfälle	Anzahl schwere Vorfälle		Total Unfälle und schwere Vorfälle	Anzahl Tote
						inkl. Airprox	Airprox mit Untersuchung ¹⁸		
2006	3 574	281 522	26	31	57	2	0	59	10
2007	3 553	373 189	20	20	40	4	1	44	11
2008	3 480	398 862	27	19	46	2	1	48	11
2009	3 392	447 962	26	17	43	0	0	43	5
2010	3 402	374 269	21	16	37	2	1	39	8
2011	3 410	415 323	22	24	46	3	0	49	13
2012	3 363	399 922	22	20	42	12	3	54	22
2013	3 330	392 926	27	16	43	9	3	52	15
2014	3 272	436 314	17	28	45	6	2	51	8
2015	3 210	399 318	28	24	52	11	3	63	12
2016	3 135	377 723	21	16	37	29	7	66	5
2017	3 079	368 390	25	22	47	26	6	73	18
2018	3 022	374 743	15	15	30	51	18	81	16
2019	2 951	367 537	16	7	23	30	10	53	5

¹⁶ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

¹⁷ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

¹⁸ Inklusive Airprox mit ausländisch immatrikulierten Luftfahrzeugen

3.1.3 Grafikübersicht der Flugunfälle und schweren Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge und getöteter Personen



3.2 Zusammenfassung der Unfalldaten der Berichtsperiode 2018 / 2019

3.2.1 Unfälle und schwere Vorfälle mit und ohne Personenschaden von schweizerischen Luftfahrzeugen im In- und Ausland und ausländischen Luftfahrzeugen in der Schweiz

	Unfälle und schwere Vorfälle schweiz. immatrikulierter Luftfahrzeuge						Unfälle und schwere Vorfälle schweiz. immatrikulierter Luftfahrzeuge						Unfälle und schwere Vorfälle ausländischer Luftfahrzeuge					
	in der Schweiz						im Ausland						in der Schweiz					
	Total		davon mit Personenschäden		davon ohne Personenschäden		Total		davon mit Personenschäden		davon ohne Personenschäden		Total		davon mit Personenschäden		davon ohne Personenschäden	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Total	47	90	5	9	42	81	14	9	1	3	13	6	15	25	3	1	12	24
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	28	46	3	3	25	43	4	2	0	2	4	0	8	11	2	1	6	10
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	3	2	0	0	3	2	0	1	0	0	0	1	3	4	0	0	3	4
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	2	14	0	1	2	13	6	4	0	0	6	4	2	5	0	0	2	5
Helikopter	12	16	2	2	10	14	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorsegler und Segelflugzeuge	2	10	0	3	2	7	3	1	1	0	2	1	2	3	1	0	1	3
Freiballone und Luftschiffe	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Ultraleicht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

3.2.2 Luftfahrzeugbestand und Unfälle / schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge

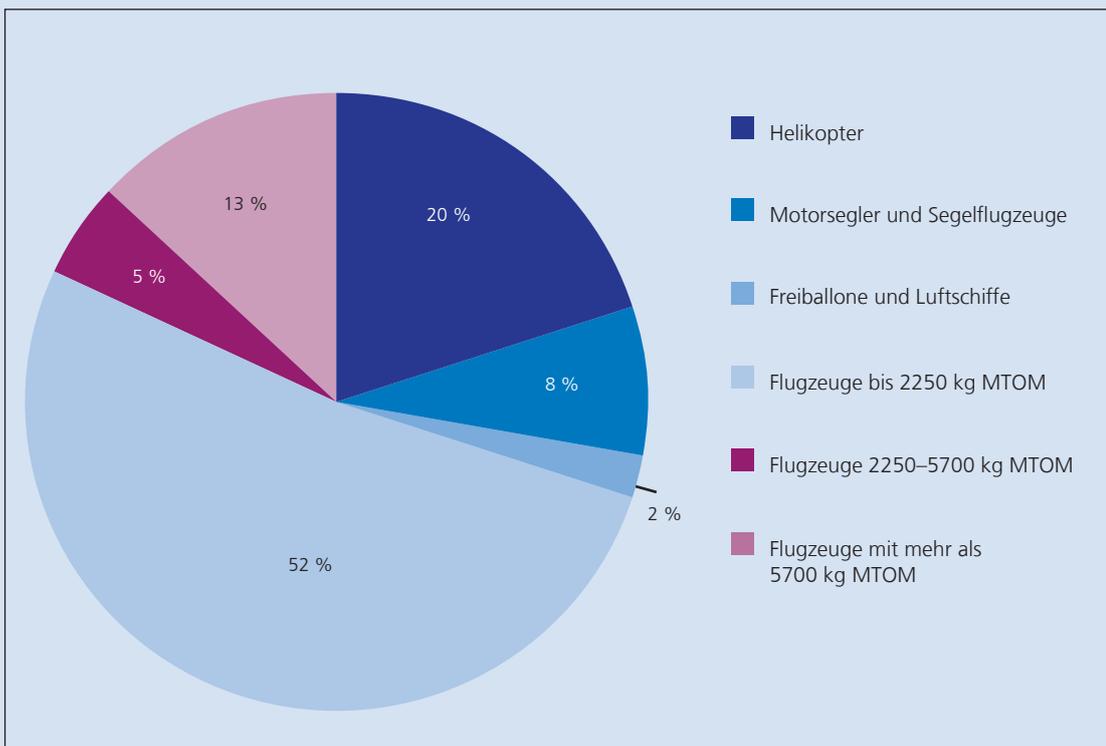
	Bestand Luftfahrzeuge ¹⁹ (01.01.2020)		Total Unfälle / schwere Vorfälle	
	2019	2018	2019	2018
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	1324	1349	32	49
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	146	162	3	3
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	260	262	8	18
Helikopter	345	335	12	16
Motorsegler und Segelflugzeuge	820	844	5	11
Freiballone und Luftschiffe	316	332	1	2
Ultraleicht ²⁰	0	0	0	0
Total	3211	3284	61	99

¹⁹ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

²⁰ Der Bestand der Ultraleichtflugzeuge wird nicht separat erhoben.

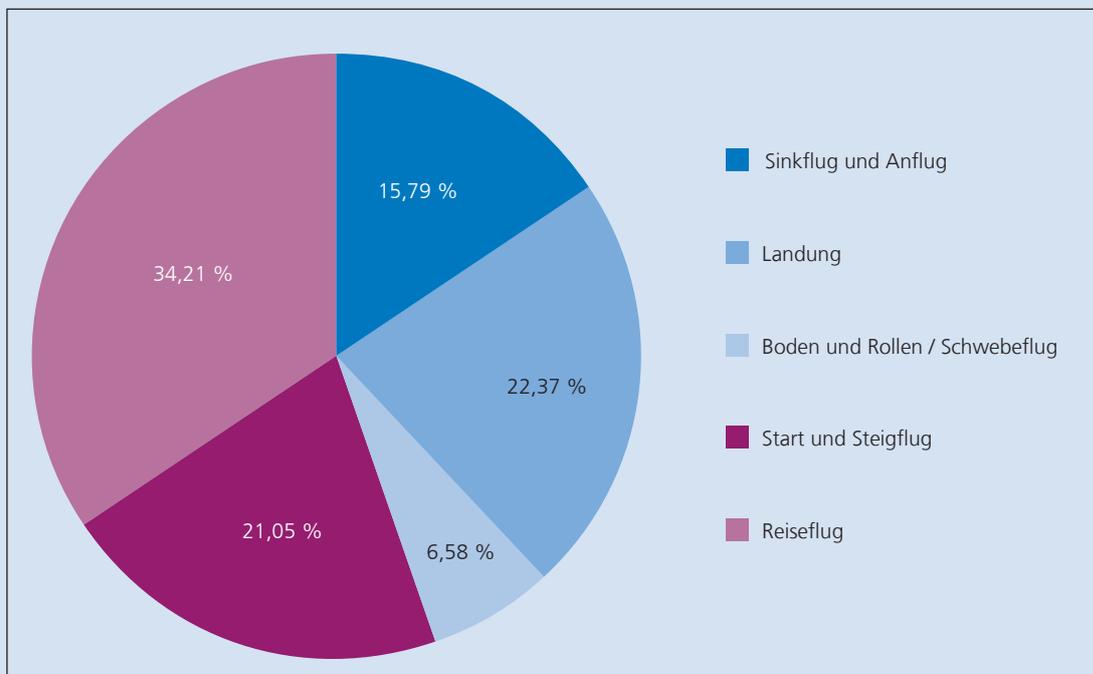
3.2.3 Unfälle und schwere Vorfälle nach Luftfahrzeugart schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge

	2019	2018
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	52 %	48 %
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	5 %	3 %
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	13 %	19 %
Helikopter	20 %	17 %
Motorsegler und Segelflugzeuge	8 %	11 %
Freiballone und Luftschiffe	2 %	2 %



3.2.4 Flugphase (Unfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge im In- und Ausland und ausländisch immatrikulierter Luftfahrzeuge in der Schweiz)

	Boden und Rollen / Schwebeflug		Start und Steigflug		Reiseflug		Sinkflug und Anflug		Landung		Total	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	3	12	10	10	13	12	4	8	10	17	40	59
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	2	0	1	2	1	1	2	2	0	3	6	8
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	0	1	1	7	6	7	2	8	1	0	10	23
Helikopter	0	0	1	9	3	3	4	1	4	3	12	16
Motorsegler und Segelflugzeuge	0	1	3	2	3	3	0	1	1	7	7	14
Freiballone und Luftschiffe	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	3
Ultraleicht	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	5	15	16	30	26	26	12	20	17	33	76	124



3.2.5 Verletzte Personen nach Funktion bei Unfällen und schweren Vorfällen schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge im In- und Ausland und ausländisch immatrikulierter Luftfahrzeuge in der Schweiz

	Unfälle und schwere Vorfälle schweiz. immatrikulierter Luftfahrzeuge in der Schweiz															
	Total		Flugzeuge bis 2250 kg MTOM		Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM		Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM		Helikopter		Motorsegler und Segelflugzeuge		Freiballone und Luftschiffe		Ultraleicht	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Unfälle / schw. Vorfälle	47	90	28	46	3	2	2	14	12	16	2	10	0	2	0	0
Tödlich verletzte Personen	5	31	4	8	0	0	0	20	1	1	0	2	0	0	0	0
Besatzung	4	8	3	2	0	0	0	3	1	1	0	2	0	0	0	0
Fluggäste	1	23	1	6	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erheblich verletzte Personen	4	3	2	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0
Besatzung	1	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Fluggäste	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

	Unfälle und schwere Vorfälle schweiz. immatrikulierter Luftfahrzeuge im Ausland															
	Total		Flugzeuge bis 2250 kg MTOM		Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM		Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM		Helikopter		Motorsegler und Segelflugzeuge		Frei- ballone und Luftschiffe		Ultra- leicht	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Unfälle / schw. Vorfälle	14	9	4	2	0	1	6	4	0	1	3	1	1	0	0	0
Tödlich verletzte Personen	0	7	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Besatzung	0	6	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Fluggäste	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erheblich verletzte Personen	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Besatzung	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Fluggäste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Unfälle und schwere Vorfälle ausländischer Luftfahrzeuge in der Schweiz															
	Total		Flugzeuge bis 2250 kg MTOM		Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM		Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM		Helikopter		Motorsegler und Segelflugzeuge		Freiballone und Luftschiffe		Ultraleicht	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Unfälle / schw. Vorfälle	15	25	8	11	3	4	2	5	0	0	2	3	0	1	0	1
Tödlich verletzte Personen	6	2	4	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Besatzung	4	1	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Fluggäste	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erheblich verletzte Personen	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Besatzung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluggäste	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anhang 4

Daten der Luftfahrt für die statistische Auswertung (Kapitel 6) sowie dafür verwendete Methoden und konzeptionelle Überlegungen

Messgrössen und deren Bestandteile

Absolute und relative Unfallzahlen

In der Unfallstatistik wurden neben absoluten Unfallzahlen auch relative Unfallzahlen, sogenannte Unfallraten, erhoben und verglichen. Das heisst: Wann immer es die Datenlage erlaubte, wurde nicht nur betrachtet, wie viele Unfälle passiert sind, sondern auch, wie viele Unfälle sich pro 1 Million Flugbewegungen ereignet haben. Die absoluten Unfallzahlen und auch relativen Unfallzahlen (i. e. Unfallraten) beziehen sich jeweils auf ein bestimmtes Jahr und eine bestimmte Luftfahrzeugkategorie oder auf das Total der drei definierten Luftfahrzeugkategorien.

Unfallraten haben den Vorteil, dass sie Vergleiche über einen längeren Zeitraum hinweg eher zulassen, selbst wenn die Exposition²¹ über diesen Zeitraum ändert. Da die Exposition in der Regel weniger stark schwankt als die Anzahl der Unfälle, kommt für einen Zeitraum von lediglich einigen wenigen Jahren der Vorteil einer Rate als Messgrösse jedoch weniger stark zum Tragen.

Bei Unfallraten ist es wichtig, dass nur diejenigen Unfälle in die Rate einfließen, deren entsprechende Exposition ebenfalls einfließt. So fließen zum Beispiel der Start und die Landung eines Fluges von Friedrichshafen (D) über die Schweiz nach Grenoble (F) nicht in die Flugbewegungsstatistik des BAZL ein. Verunfallt dieses Luftfahrzeug nun in der Schweiz, darf dieser Unfall ebenfalls nicht in die vorliegende Auswertung einfließen.

Dies deshalb, weil die Flugbewegungsstatistik des BAZL als Bestandteil der Messgrösse in die Unfallstatistik einfließt. Diesem Umstand wird in vorliegender Unfallstatistik Rechnung getragen. Eine ähnliche Situation ergibt sich für Flüge von der Schweiz ins Ausland oder vom Ausland in die Schweiz: Unfälle welche während Flügen von der Schweiz ins Ausland oder vom Ausland in die Schweiz passieren, ereignen sich unter Umständen über ausländischem Territorium. In diesen Fällen wird der Unfall der SUST nicht immer gemeldet. Da also gewisse Unfälle bei Flügen dieser Art der SUST nicht bekannt sind und von der SUST daher nicht gezählt werden können, darf konsequenterweise auch die zugehörige Exposition nicht in die Messgrösse einfließen. Diesem Umstand wird in der vorliegenden Unfallstatistik ebenfalls Rechnung getragen.

Unfall

Damit ein Ereignis in der Luftfahrt zum Zweck der vorliegenden Statistik als Unfall klassifiziert werden kann, muss das Ereignis der SUST bekannt sein. Sobald ein Ereignis der SUST bekannt ist, wird geprüft, ob das Ereignis den Tatbestand eines Unfalles nach Artikel 2 der Verordnung (EU) Nr. 996/2010²² erfüllt. In die vorliegende Auswertung fließen wiederum nur diejenigen als Unfall klassifizierten Ereignisse ein, bei denen mindestens eine Person schwer oder tödlich verletzt wurde und welche nicht vorsätzlich herbeigeführt wurden. Die Definitionen der schweren und tödlichen Verletzung finden sich ebenfalls in Artikel 2 der Verordnung (EU) Nr. 996/2010.

Der Grund, nur Unfälle mit erheblichen oder tödlichen Verletzungen in die Unfallstatistik einzubeziehen, liegt darin, dass die Zahl der nicht gemeldeten Unfälle ohne erheblich oder tödlich

²¹ Das Ausgesetztsein (engl. exposure). Hier entspricht dies der Anzahl Flugbewegungen.

²² Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt und zur Aufhebung der Richtlinie 94/56/EG.

verletzte Personen als nicht vernachlässigbar eingeschätzt wird. Würde man alle Unfälle – oder gar auch die schweren Vorfälle – in die Statistik einbeziehen, wären zwar die betrachteten Zahlen grösser und es könnten leichter statistische Aussagen getroffen werden, jedoch würden die Aussagen eher Meldewesen und Meldekultur, statt die Sicherheit beschreiben.

Flugbewegung

Die Flugbewegungen werden für die Quantifizierung der Exposition für die Unfallstatistik herangezogen. Die Flugbewegungszahlen werden vom BAZL zur Verfügung gestellt. Das BAZL erhebt diese Zahlen mittels Formularen, die seit dem Jahr 2007 von den meisten Flugplätzen und Heliports ausgefüllt eingereicht werden. Starts und Landungen gelten gewöhnlich als Flugbewegungen, so dass ein Flug von A nach B zwei Flugbewegungen ergibt. Der Begriff wird durch das BAZL jedoch nicht näher definiert. Nicht erfasst werden durch die Erhebung des BAZL folgende Arten von Flugbewegungen:

- Bewegungen auf gewissen Militärflugplätzen;
- Bewegungen im Gelände, wie beispielsweise Aussenlandungen von Segelflugzeugen oder Landungen und Starts von Helikoptern im Gelände während Arbeitsflügen;
- Starts und Landungen im Ausland, auch wenn der Flug dazwischen über Schweizer Territorium verläuft.

Bewegungen auf dem Flughafen Basel-Mulhouse-Freiburg werden vom BAZL zwar erfasst, fliessen aber nicht in die Auswertung der SUST ein. Dieser Flughafen liegt nicht auf Schweizer Territorium. Deshalb müssen Unfälle, welche sich auf und in der französischen Umgebung dieses Flughafens ereignen, weder der SUST gemeldet werden, noch werden sie von der SUST untersucht.

Luftfahrzeugkategorie

Auswertungen wurden für folgende drei Luftfahrzeugkategorien vorgenommen:

- Motorflugzeuge mit einer maximalen Abflugmasse bis 5700 kg (inklusive Motorsegelflugzeuge und Reisemotorsegelflugzeuge im motorisierten Flug);
- Segelflugzeuge (inklusive Motorsegelflugzeuge und Reisemotorsegelflugzeuge im Segelflug);
- Helikopter.

Ausserdem wurde eine Auswertung vorgenommen, bei welcher die Unfälle der drei Luftfahrzeugkategorien nicht in diese drei Kategorien separiert, sondern gesamthaft betrachtet wurden («total»).

Für Motorflugzeuge mit einem maximalen Abflugmasse von über 5700 kg (d. h. insbesondere für die Verkehrsflugzeuge) sowie für Luftschiffe und Ballone werden auf Grund zu kleiner Fallzahlen keine Statistiken erstellt.

Statistische Methode

Bei der Anzahl Unfälle U_t im Jahr $t=2007, \dots, 2019$, handelt es sich um eine diskrete Zufallsgrösse. Das übliche Modell in diesem Fall ist durch die Poisson-Verteilung gegeben.

$$U_t \sim \text{Poisson}(\lambda_t).$$

Der Parameter λ_t ist dabei die erwartete Anzahl Unfälle im Jahr t , d. h. $E[U_t] = \lambda_t$. Der zeitliche Verlauf der Anzahl Unfälle wird mit einer Poisson-Regression modelliert, d. h.

$$\log(\lambda_t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot t.$$

Aus dem Parameter β_1 lässt sich die zeitliche Entwicklung der erwarteten Anzahl Unfälle ablesen. Konkret ändert sich die Anzahl Unfälle vom einem zum nächsten Jahr um den Faktor $\exp(\beta_1)$. Fällt β_1 also negativ aus, so sinkt die erwartete

Anzahl Unfälle im Zeitverlauf, andernfalls steigt sie an. Die Koeffizienten β_0, β_1 werden mit der Maximum-Likelihood-Methode im Framework der Generalized Linear Models geschätzt. Für alle angepassten Modelle wird jeweils die Nullhypothese $\beta_1 = 0$ getestet, dies entspricht der Behauptung «keine Veränderung der erwarteten Unfallzahl» im Verlauf der Zeit. Das Testresultat wird durch den p-Wert angegeben. Diese Kenngrösse im Intervall $[0, 1]$ besagt, wie verträglich die beobachteten Daten mit der Behauptung der Nullhypothese sind (je grösser, desto verträglicher). Der üblicherweise und hier verwendete Schwellwert ist 0.05. Will heissen: Ist der p-Wert kleiner als 0.05, so spricht man von einer signifikanten Änderung der Unfallzahl. Ist der p-Wert gleich oder grösser als 0.05, so betrachtet man die Änderung als nicht signifikant.

Für die Schätzung der Unfallrate wird ein Poisson-Rate-Modell verwendet. Die Entwicklung der logarithmierten Unfallrate wird dabei mit einem linearen Modell beschrieben, d. h.:

$$\log\left(\frac{U_t}{n_t}\right) = \beta'_0 + \beta'_1 \cdot t$$

Hierbei ist U_t immer noch die Unfallzahl im Jahr t . Weiter ist n_t die Grösse der Population, d. h. die Anzahl Flugbewegungen im Jahr t . Letztere betrachten wir als fixe Beobachtungsgrösse und wandeln deshalb um zu:

$$\begin{aligned} \log(U_t) &= \log(n_t) + \beta'_0 + \beta'_1 \cdot t \\ \Leftrightarrow \\ U_t &= n_t \cdot \exp(\beta'_0 + \beta'_1 \cdot t) \end{aligned}$$

Hierbei wird die Populationsgrösse n_t im verallgemeinerten linearen Modell als Offset verwendet. D. h. die Auswirkung der Populationsgrösse auf das Unfallgeschehen wird als direkt

proportional angenommen, ohne dass dafür ein Koeffizient geschätzt wird. Damit verbleiben wir konzeptuell im Rahmen der Poisson-Regression, es gilt ja nach wie vor, dass:

$$U_t \sim \text{Poisson}(\lambda'_t)$$

Der Parameter λ'_t ist hier nun jedoch die expositions-korrigierte erwartete Anzahl Unfälle pro Jahr. Die Schätzung des Modells findet erneut mittels Maximum-Likelihood-Estimation im Framework der Generalized Linear Models statt. Noch wichtiger ist jedoch, dass sich aus dem Parameter β'_1 die zeitliche Entwicklung der Unfallrate herauslesen lässt. Konkret ändert sich die Unfallrate von einem zum nächsten Jahr um den Faktor $\exp(\beta'_1)$. Fällt β'_1 negativ aus, so sinkt die Unfallrate, fällt β'_1 positiv aus, so steigt sie. Genau gleich wie für die Unfallzahl ist es möglich, Aussagen zur Signifikanz dieser Änderung zu machen, d. h. es wird erneut für alle angepassten Modelle jeweils die Nullhypothese $\beta_1 = 0$ getestet, dies entspricht der Behauptung «keine Veränderung der erwarteten Unfallrate» im Verlauf der Zeit. Das Testresultat wird durch den p-Wert angegeben. Diese Kenngrösse im Intervall $[0, 1]$ besagt, wie verträglich die beobachteten Daten mit der Behauptung der Nullhypothese sind (je grösser, desto verträglicher). Der üblicherweise und hier verwendete Schwellwert ist 0.05. Will heissen: Ist der p-Wert kleiner als 0.05, so spricht man von einer signifikanten Änderung der Unfallrate. Ist der p-Wert gleich oder grösser als 0.05, so betrachtet man die Änderung als nicht signifikant.

Man beachte, dass die Darstellung der Unfallrate (siehe Tabellen unten) zwecks leichter Lesbarkeit jeweils hochgerechnet auf 1 Million (bei den Segelflugzeugen und Helikoptern auf 100 000) Flugbewegungen rapportiert wird.

Daten und Ergebnisse der Berechnungen (Grafiken in Kapitel 6)

Motorflugzeuge mit Abflugmasse bis 5700 kg:

Jahr	Anzahl Flugbewegungen ²³	Anzahl Unfälle	Berechnete Unfallrate	Berechneter Erwartungswert Anzahl Unfälle	Berechneter Erwartungswert Unfallrate
2007	629 832	3	4.7632	3.3265	5.1531
2008	627 766	6	9.5577	3.4164	5.3615
2009	651 750	2	3.0687	3.5087	5.5782
2010	607 247	4	6.5871	3.6035	5.8037
2011	654 056	4	6.1157	3.7009	6.0383
2012	591 433	3	5.0724	3.8009	6.2824
2013	579 790	1	1.7248	3.9036	6.5364
2014	603 166	4	6.6317	4.0091	6.8007
2015	589 495	7	11.8746	4.1174	7.0756
2016	552 385	1	1.8103	4.2287	7.3617
2017	570 363	7	12.2729	4.3430	7.6593
2018	562 371	5	8.8909	4.4603	7.9689
2019	552 945	4	7.2340	4.5809	8.2911

²³ Die Anzahl der in der Tabelle ausgewiesenen Flugbewegungen weicht für einige Jahre leicht von den Werten ab, die im Jahresbericht 2018 publiziert wurden. Grund dafür sind nachträgliche Korrekturen des BAZL bei den Immatrikulationen. Auf die in Kapitel 6.1 präsentierten Ereignisse haben die Abweichungen keinen Einfluss.

Segelflugzeuge:

Jahr	Anzahl Flugbewegungen²⁴	Anzahl Unfälle	Berechnete Unfallrate	Berechneter Erwartungswert Anzahl Unfälle	Berechneter Erwartungswert Unfallrate
2007	95 132	2	2.1023	4.8029	5.2505
2008	86 438	8	9.2552	4.3273	4.8777
2009	86 444	3	3.4705	3.8988	4.5314
2010	77 286	2	2.5878	3.5128	4.2097
2011	86 634	4	4.6171	3.1650	3.9108
2012	74 474	6	8.0565	2.8516	3.6332
2013	71 066	2	2.8143	2.5692	3.3753
2014	79 487	0	0.0000	2.3148	3.1356
2015	78 136	1	1.2798	2.0856	2.9130
2016	65 755	4	6.0832	1.8791	2.7062
2017	67 121	2	2.9797	1.6931	2.5141
2018	67 438	1	1.5435	1.5254	2.3356
2019	63 467	1	1.5756	1.3744	2.1698

²⁴ Die Anzahl der Flugbewegungen für das Jahr 2018 weicht um eine Einheit ab von dem im Jahresbericht 2018 publizierten Wert. Grund dafür sind Korrekturen, die das BAZL bei den Immatrikulationen vorgenommen hat. Auf die in Kapitel 6.1 präsentierten Ereignisse hat die Abweichung keinen Einfluss.

Helikopter:

Jahr	Anzahl Flugbewegungen	Anzahl Unfälle	Berechnete Unfallrate	Berechneter Erwartungswert Anzahl Unfälle	Berechneter Erwartungswert Unfallrate
2007	155 579	2	1.2855	3.2291	1.9972
2008	166 628	2	1.2003	3.1749	1.9610
2009	184 304	4	2.1703	3.1216	1.9255
2010	150 751	4	2.6534	3.0692	1.8907
2011	153 923	3	1.9490	3.0177	1.8564
2012	160 267	4	2.4958	2.9670	1.8228
2013	156 857	4	2.5501	2.9172	1.7898
2014	167 358	2	1.1950	2.8682	1.7574
2015	166 314	2	1.2025	2.8201	1.7256
2016	159 764	3	1.8778	2.7727	1.6944
2017	161 411	5	3.0977	2.7262	1.6637
2018	171 325	2	1.1674	2.6804	1.6336
2019	164 451	1	0.6081	2.6354	1.6040

Alle Kategorien:

Jahr	Anzahl Flugbewegungen	Anzahl Unfälle	Berechnete Unfallrate	Berechneter Erwartungswert Anzahl Unfälle	Berechneter Erwartungswert Unfallrate
2007	n. e.	7	n. e.	11.0265	n. e.
2008	n. e.	16	n. e.	10.7708	n. e.
2009	n. e.	9	n. e.	10.5210	n. e.
2010	n. e.	10	n. e.	10.2770	n. e.
2011	n. e.	11	n. e.	10.0387	n. e.
2012	n. e.	13	n. e.	9.8058	n. e.
2013	n. e.	7	n. e.	9.5784	n. e.
2014	n. e.	6	n. e.	9.3563	n. e.
2015	n. e.	10	n. e.	9.1393	n. e.
2016	n. e.	8	n. e.	8.9273	n. e.
2017	n. e.	14	n. e.	8.7203	n. e.
2018	n. e.	8	n. e.	8.5181	n. e.
2019	n. e.	6	n. e.	8.3205	n. e.



Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

3003 Bern

Tel. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01

www.sust.admin.ch