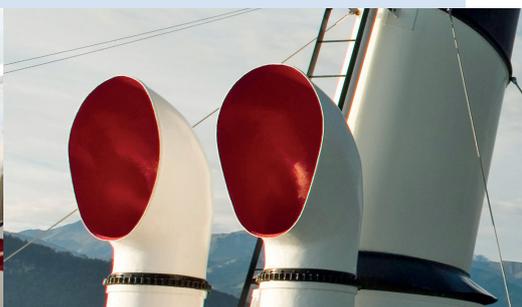


Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

Jahresbericht 2018



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
Transports publics lausannois tl

Auflage 1800

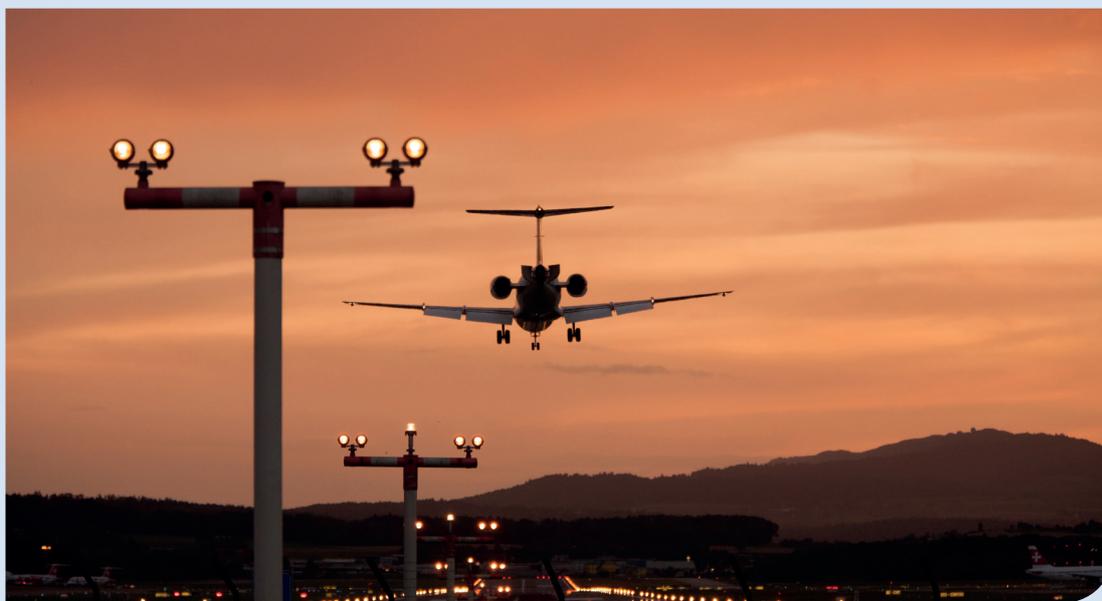
Erscheint in deutscher, französischer, italienischer und englischer Sprache

6/2019

Inhalt

1	Editorial	4
2	Management Summary	5
3	Organisation	7
3.1	Personelles	7
3.2	Finanzen	8
3.3	Leistungsziele	8
4	Untersuchungen und Ergebnisse	11
4.1	Übersicht über den gesamten Untersuchungsdienst	11
4.2	Übersicht nach Verkehrsträger	12
5	Sicherheitsempfehlungen und -hinweise	15
5.1	Allgemeines	15
5.2	Luftfahrt	17
5.3	Eisenbahnen	24
5.4	Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt	31
6	Analyse	32
6.1	Luftfahrt	32
6.2	Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt	36
Anhang		
Anhang 1:	Verzeichnisse zu den Anzahl Meldungen, den eröffneten, laufenden und abgeschlossenen Untersuchungen sowie den publizierten Schlussberichten, Zwischenberichten und Studien bezüglich der Luftfahrt	42
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 Untersuchungen zum tragischen Absturz des kommerziell betriebenen Oldtimer-Flugzeugs Junkers Ju 52 vom 4. August 2018 am Piz Segnas mit 20 Todesopfern prägten die Arbeiten der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST im Berichtsjahr stark und banden viele Ressourcen. Solche Grossunfälle sind – glücklicherweise – auch für die SUST nicht Alltag. Umso mehr schätzten wir es, uns bei diesem Einsatz auf das in Konzepten festgehaltene und in Übungen erprobte Zusammenspiel der betroffenen Einsatzkräfte des Bundes, der Kantone und Gemeinden verlassen zu können. Die Untersuchungen zu diesem Unfall sind noch nicht abgeschlossen, haben jedoch auf der Grundlage eines Zwischenberichtes der SUST bereits zu präventiven Massnahmen bei Behörden und Flugunternehmen geführt. Das ist der Sinn der Arbeit der SUST.

Nicht nur dieser Einzelfall bereitet uns viel Arbeit, sondern auch die Gesamtentwicklung über die letzten Jahre. Im Jahr 2018 sind insgesamt 1860 Meldungen über Unfälle und schwere Vorfälle

beim Untersuchungsdienst der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST eingegangen und hinsichtlich ihrer Untersuchungswürdigkeit überprüft worden. Während die Zahl der Meldungen bei den Eisen- und Seilbahnen, den öV-Bussen sowie der Binnen- und der Hochseeschifffahrt über Jahre mehr oder weniger stabil blieb, nahm die Zahl der Meldungen aus der Luftfahrt in den letzten 6 Jahren stetig zu, alleine im Jahr 2018 um 14 % gegenüber dem Vorjahr. Diese Entwicklung geht mit einer Zunahme der Zahl der eröffneten Sicherheitsuntersuchungen einher, wie auch mit einer Zunahme der hängigen Sicherheitsuntersuchungen der SUST. Dazu tragen auch neuartige Entwicklungen bei wie der vermehrte Einsatz von Drohnen. Eine Herausforderung, mit der sich alle Beteiligten im Sicherheitsverbund konfrontiert sehen und für die Lösungen gesucht werden.

Pieter Zeilstra
Präsident der ausserparlamentarischen
Kommission

2 Management Summary



Im Jahr 2018 wurden der SUST gesamthaft 1860 Zwischenfälle gemeldet. In der Luftfahrt wurde dabei eine Zunahme von 14 % gegenüber dem letzten Jahr verzeichnet. Beim öffentlichen Verkehr bewegte sich die Anzahl der Meldungen im Bereich des langjährigen Mittels. Die Analyse dieser Meldungen führte zur Eröffnung von 133 Sicherheitsuntersuchungen. Prägend in der Luftfahrt war sicher der tragische Unfall der Junkers Ju 52 vom 4. August 2018, bei dem 20 Todesopfer beklagt werden mussten. Die SUST hat zu diesem Unfall bereits einen Zwischenbericht veröffentlicht, die Untersuchungen zum Hergang und den Ursachen sind aber noch nicht abgeschlossen. Bei den Eisenbahnen haben Untersuchungen zu Zwischenfällen, die im Berichtsjahr stattfanden, aufgezeigt, dass die Entwicklung der internationalen rechtlichen Grundlagen zu einer komplexen Landschaft der Verantwortlichkeiten mit zahlreichen Akteuren geführt hat. Diese Komplexität wird neue Herausforderungen an die Untersuchungen, insbe-

sondere die Identifikation der Sicherheitsdefizite und der entsprechenden Sicherheitsempfehlungen stellen.

Über den ganzen Untersuchungsdienst konnten 115 Untersuchungen zu Unfällen und schweren Vorfällen abgeschlossen werden. Darunter waren 69 summarische Untersuchungen von Zwischenfällen mit geringerer Tragweite. Publiziert wurden 35 Schlussberichte und 70 summarische Berichte. Im Rahmen ihrer Untersuchungen sprach die SUST im Jahr 2018 insgesamt 15 Sicherheitsempfehlungen und 17 Sicherheitshinweise aus.

Im Berichtsjahr wurden in der Luftfahrt im Vergleich zum Jahr 2017 weniger Unfälle aber deutlich mehr schwere Vorfälle gemeldet. Die Anzahl der eröffneten Untersuchungen ist mit 119 grösser als alle anderen, seit 2006 erfassten jährlichen Werte. Die Anzahl der bei den Unfällen tödlich verletzten Personen stellt mit 36

ebenfalls das Maximum der Zeitreihe 2006 bis 2018 dar. Dieser Wert wird allerdings durch den Unfall der Ju 52 majorisiert, bei dem alleine 20 Personen starben. Ohne diesen Unfall würde die Anzahl der Todesopfer 16 betragen, was leicht unter dem Wert des Vorjahres liegt.

Im öffentlichen Verkehr erhöhte sich die Anzahl der gemeldeten Unfälle gegenüber dem Vorjahr von 156 auf 177. Dieser Anstieg ist in erster Linie auf die wesentlich grössere Anzahl an Unfäl-

len bei Bussen im Vergleich zum Jahr 2017 zurückzuführen. Bei den übrigen Verkehrsträgern lag die Anzahl Unfälle etwas tiefer oder war vergleichbar mit dem Vorjahr. Die Anzahl der getöteten Personen blieb über alle Verkehrsträger betrachtet ungefähr gleich, mit Ausnahme der Trambahnen, die mit 7 Todesopfern die höchste Anzahl seit 2012 aufwiesen. Die Anzahl der schwerverletzten Personen im öffentlichen Verkehr sank gegenüber dem Vorjahr von 135 auf 116.

3 Organisation



3.1 Personelles

Mit der Anstellung des neuen Leiters des Untersuchungsdienstes im Sommer 2018 konnten die Führungsstruktur des Untersuchungsdienstes verbessert und Aufgaben sowie Verantwortlichkeiten entflechtet werden. Dies soll letztendlich zu einer Entlastung der Bereichs- und Untersuchungsleiter führen.



Tobias Schaller hat vor seiner Anstellung als Leiter des Untersuchungsdienstes 12 Jahre beim Bundesamt für Verkehr (BAV) gearbeitet. In dieser Zeit war er im Bereich der Umweltsicherheit (Störfall, Gefahrguttransport, Gewässerschutz) und als Leiter der Sektion Grundlagen (operatives Risikomanagement, Tunnelsicherheit, Interoperabilität) tätig. Er hat an der ETH-Zürich Vermessungs- und Kulturtechnik studiert und in Umweltnaturwissenschaften doktriert.

Mit der Erhöhung des Pensums des technischen Untersuchungsleiters wurden bessere Voraussetzungen für einen professionellen Betrieb des Flugdaten- und Fahrtenschreiber Labor (FFL) geschaffen. Zudem kann der technische Untersuchungsleiter die anderen Untersuchungsleiter bei einzelnen Untersuchungshandlungen vermehrt unterstützen. Zahl und Arbeitspensum der übrigen Untersuchungsleiter blieben im Berichtsjahr unverändert. Bei den Untersuchungsbeauftragten wurden 8 neue Experten mandatiert, 5 sind ausgeschieden. Deren Gesamtzahl betrug somit 120.

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 Themen wie die Arbeitssicherheit auf Unfallstellen und die psychische Verarbeitung von belastenden Eindrücken. Die Untersuchungsleiter und auf Unfallstellen eingesetzte Untersuchungs-

beauftragte besuchten dazu im Berichtsjahr einen Grundkurs in psychologischer Notfallversorgung. Für die Arbeit auf Unfallstellen wurde ebenfalls eine Grundausbildung Arbeitssicherheit sowie eine Auffrischungsschulung durchgeführt.

Mitarbeiter beider Bereiche, Aviatik wie auch Bahnen und Schiffe haben 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 8.1 Millionen Franken zur Verfügung. Der Grossunfall der Junkers Ju 52 vom 4. August am Piz Segnas erforderte zusätzliche Investitionen in die Laborausrüstung, besondere Aufwände für Gutachten sowie im Personalbereich, Kosten für die Wrackbergung etc., die im Rahmen des ordentlichen Budgets nicht vorgesehen waren. Aus diesem Grund hatte die SUST einen Nachtrag in der Höhe von 1.7 Millionen Franken beantragt, den das Parlament auch bewilligte. Von den insgesamt 9.8 Millionen Franken wurden bis Ende des Berichtsjahres 8.0 Millionen effektiv benötigt. Die Erhöhung des Pensums des technischen Untersuchungsleiters und die Anstellung des Leiters des Untersuchungsdienstes führten zu einer Überschreitung des Budgets im Personalbereich um 6 %. Beim Sach- und Betriebsaufwand hingegen wurden 1.7 Millionen Franken weniger benötigt, als budgetiert. Ein

Teil der Leistungen im Zusammenhang mit dem Unfall der Ju 52, die im Berichtsjahr erbracht wurden, wurden so spät in Rechnung gestellt, so dass sie erst im Jahr 2019 verbucht werden können. Zudem mussten aufgrund des Unfalls 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. Die Tätigkeit der SUST 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 2018 einen Betrag in der Höhe von 34 170 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 definiert:

Projekte und Vorhaben

- Konzentration auf die präventiven Elemente insbesondere bei summarischen Untersuchungen und Beschleunigung des Untersuchungsprozesses;
- Neukonzeptionierung und Schulung der Prozesse bei Grossunfällen in der Zivillaviatik und im öffentlichen Verkehr;
- Auswertung der ersten Untersuchungen von Zwischenfällen mit Beteiligung schweizerischer Hochseeschiffe mit dem Ziel der Effizienzsteigerung bei künftigen Untersuchungen.

Alle Projekte konnten auf Ende 2018 realisiert werden, mit Ausnahme der Untersuchung von Zwischenfällen mit Beteiligung schweizerischer Hochseeschiffe. Diese konnten zwar weit vorangetrieben, aber aus diversen Gründen – insbesondere Kapazitätsengpässen aufgrund des Grossunfalls Ju 52 – nicht abgeschlossen werden. Entsprechend konnten noch keine Auswertungen im Hinblick auf eine Effizienzsteigerung bei künftigen Untersuchungen durchgeführt werden.

Hinsichtlich der Konzentration auf die präventiven Elemente wurden die notwendigen Voraussetzungen geschaffen; Anwendung und Umsetzung sind eine Daueraufgabe.

Leistungsziele

Ziele und Messgrössen	2017 IST	2018 SOLL	2018 IST	2019 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)	60	80	11	80
Abschluss Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Bahnen, Schiffen und Bussen mit eidg. Konzession innert 12 Monaten (% , minimal)	78	80	20	75
Abschluss Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Luftfahrzeugen mit Abflugmassen von mehr als 5 700 kg innert 18 Monaten (% , minimal)	72	70	17	80
Abschluss summarischer Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Luftfahrzeugen innert 2 Monate (% , minimal)	40	70	30	70
Abschluss summarischer Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Bahnen, Schiffen und Bussen innert 2 Monate (% , minimal)	30	65	31	70

Die Ziele wurden nur teilweise erreicht. Im Fall der Messkriterien für die rasche Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen liegen die im Jahr 2018 erreichten Werte deutlich unter denjenigen des Jahres 2017 und der Sollwerte 2018. Der zeitliche Aufwand für die Durchführung von Untersuchungshandlungen und die Erarbeitung der Berichte lag in den meisten Fällen über den Ordnungsfristen und den SUST-internen Vorgaben, wenn auch nur um wenige Wochen. Andere dringende Arbeiten in der Luftfahrt mussten prioritär durchgeführt werden, was zu Verzögerungen beim Abschluss laufender Untersuchungen führte:

- Der Grossunfall der Ju 52 vom 4. August 2018 hat über mehrere Monate einen signifikanten Anteil der Ressourcen gebunden.
- Die Zahl der Ereignismeldungen in der Luftfahrt hat markant zugenommen (Kapitel 4.2, Abschnitt Luftfahrt), im 2018 gegenüber dem Vorjahr um 14 %, gegenüber 2013 um 60 % und entsprechend mehr Ressourcen für Vorabklärungen gebunden. Diese müssen ohne Verzögerung durchgeführt werden, ansonsten können für die Untersuchung relevante Daten und Informationen nicht mehr erhoben 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 im 2018 unter dem effektiven Wert. Grund dafür waren personelle Wechsel. Die Einarbeitungszeit neuer Untersuchungsleiter ist, bis diese 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 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV; SR 742.161) nicht wie bisher der Abschluss der eigentlichen Untersuchungshandlungen, sondern die Genehmigung des jeweiligen Berichts gelten soll. Die Ergebnisse zu den Messkriterien für 2018 wurden 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 des Jahres 2017 ist.

Auch wenn das Ziel der raschen Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen nicht erreicht wurde, ist die Leistung der SUST im Jahr 2018 – unter Berücksichtigung des Grossunfalls Ju 52 – vergleichbar mit den Vorjahren, wie dies aus dem nachfolgenden Kapitel 4 ersichtlich wird.

Im Jahr 2017 hat die Kommission den Untersuchungsdienst der SUST auditert 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. Diese Massnahmen werden ihre volle Wirkung in den Jahren 2019/2020 entfalten.

4 Untersuchungen und Ergebnisse



4.1 Übersicht über den gesamten Untersuchungsdienst

Während des Jahres 2018 wurden der SUST insgesamt 1860 Zwischenfälle, d. h. Unfälle und andere gefährliche Ereignisse, gemeldet. Die Anzahl der Meldungen stieg damit ein weiteres Mal deutlich an. In 132 Fällen, d. h. in ungefähr 7 % der Meldungen, wurden Sicherheitsuntersuchungen eröffnet.

Über den ganzen Untersuchungsdienst wurden 115 Untersuchungen zu Unfällen und schweren Vorfällen abgeschlossen. Darunter waren 69 summarische Untersuchungen von Zwischenfällen mit geringerer Tragweite. 35 Schlussberichte (vgl. Anhang 1 und 2) und 70 summarische Berichte wurden im Berichtsjahr veröffentlicht. Im Rahmen ihrer Untersuchungen sprach die SUST im Jahr 2018 insgesamt 15 Sicherheitsempfehlungen und 17 Sicherheitshinweise aus. Per Ende Jahr waren noch 189 Untersuchungen in Arbeit.

Im Bereich der Luftfahrt konnten im Berichtsjahr 83 Untersuchungen zu Zwischenfällen abgeschlossen werden. 22 Schlussberichte (vgl. Anhang 1), ein Zwischenbericht und 53 summarische Berichte wurden im gleichen Jahr veröffentlicht. Bezüglich der Luftfahrt wurden 7 Sicherheitsempfehlungen und 7 Sicherheitshinweise ausgesprochen. Ende Jahr waren 156 Untersuchungen in Arbeit.

Für die fünf Verkehrsträger Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt wurden im Berichtsjahr 32 Untersuchungen abgeschlossen sowie 13 Schlussberichte, 1 Zwischenbericht und 17 summarische Berichte veröffentlicht. Im Jahr 2018 wurden insgesamt 8 Sicherheitsempfehlungen und 10 Sicherheitshinweise in Schlussberichten ausgesprochen. Ende Jahr waren für die Verkehrsträger Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt 33 Untersuchungen in Arbeit, davon eine Studie Naturgefahren und eine zusammenfassende Untersuchung zu Baumaschinen.

4.2 Übersicht nach Verkehrsträger

Luftfahrt

Im Jahr 2018 gingen 1556 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 33 Untersuchungen von Unfällen und 86 Untersuchungen von schweren Vorfällen eröffnet. Darunter befanden sich 28 Airprox mit hoher oder erheblicher Kollisionsgefahr. Bei 22 Zwischenfällen wurde eine ausführliche Untersuchung aufgenommen, während bei 97 Ereignissen die ersten Untersuchungsergebnisse eine summarische Untersuchung nahelegten.

Im Berichtsjahr kam es auf dem Gebiet der Schweiz zu 30 Unfällen von Luftfahrzeugen mit einer höchstzulässigen Abflugmasse von bis zu 5.7 t. Im Bereich der Flugzeuge mit einer höchstzulässigen Abflugmasse über 5.7 t wurden Untersuchungen zu 18 schweren Vorfällen eröffnet. In der gleichen Luftfahrzeugkategorie ereignete sich ein Unfall eines historischen Verkehrsflugzeuges, der 20 Todesopfer forderte. In allen Unfällen von Luftfahrzeugen wurden 36 Insassen tödlich und 3 Insassen schwer verletzt.

Seit dem Jahr 2011 hat die Anzahl der gemeldeten Zwischenfälle kontinuierlich zugenommen und mit 1556 im Jahr 2018 das vorläufige Maximum erreicht (Abbildung 1). Als Konsequenz davon stieg auch die Anzahl der eröffneten Untersuchungen im selben Zeitraum an und erreichte mit 119 im Jahr 2018 ein vorläufiges Maximum (Abbildung 2).

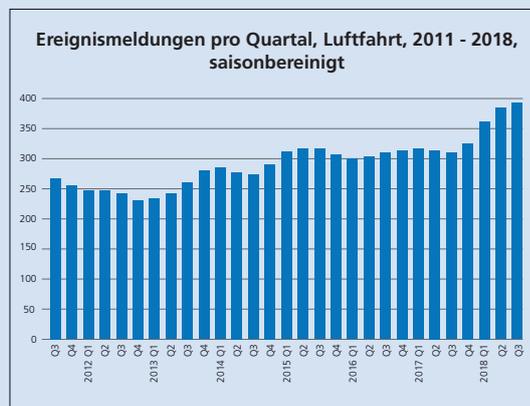


Abbildung 1: Anzahl der pro Quartal gemeldeten und für den Bereich Luftfahrt relevanten Zwischenfälle zwischen 2011 und 2018. Die saisonalen Effekte wurden mit einem gleitenden Mittel bereinigt.

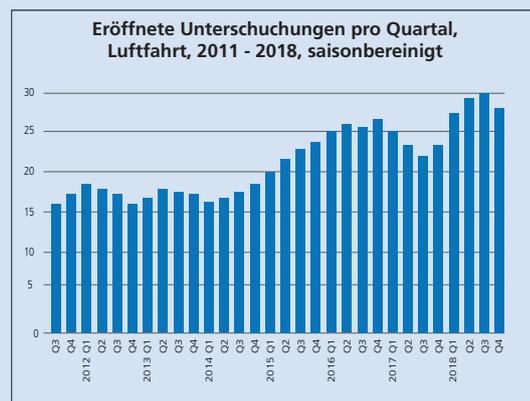


Abbildung 2: Anzahl der pro Quartal aufgrund der gemeldeten Zwischenfälle im Bereich Aviatik eröffneten Untersuchungen. Die saisonalen Effekte wurden mit einem gleitenden Mittel bereinigt.

Öffentlicher Verkehr und Hochseeschifffahrt

Wie Abbildung 3 verdeutlicht, bewegt sich die Anzahl der im Berichtsjahr gemeldeten Zwischenfälle im Bereich des langjährigen Mittels. 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 Jahre nur einige wenige Zwischenfälle verzeichnet. Diese haben keinen Einfluss auf die Statistik der gesamten Meldungen.

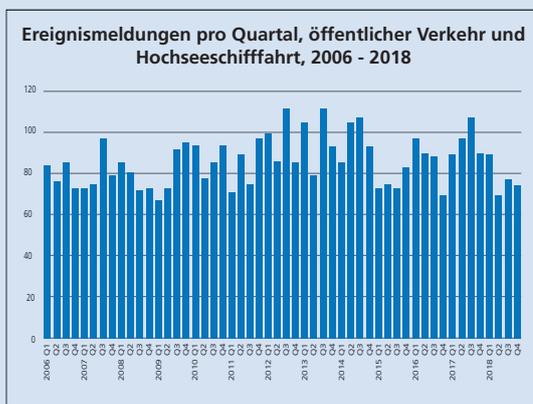


Abbildung 3: Anzahl der pro Quartal gemeldeten und für den öffentlichen Verkehr sowie die Hochseeschifffahrt relevanten Zwischenfälle zwischen 2006 und 2018.

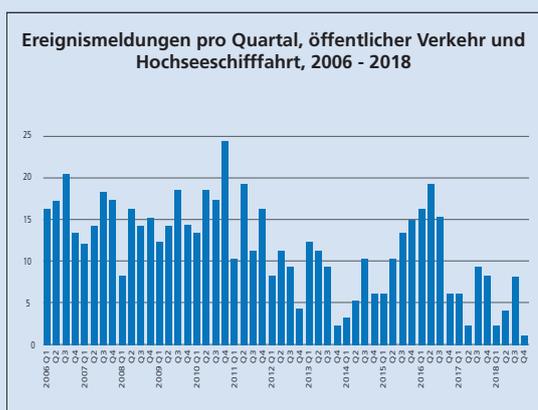


Abbildung 4: Anzahl der pro Quartal aufgrund der gemeldeten Zwischenfälle im öffentlichen Verkehr und in der Hochseeschifffahrt eröffneten Untersuchungen.

Auch die Zeitreihe der eröffneten Untersuchungen (Abbildung 4) zeigt keine eindeutigen Muster, ausser dass die Anzahl der eröffneten Untersuchungen seit 2006 tendenziell kleiner geworden ist.

Nachfolgend werden die Zahlen für die einzelnen Verkehrsträger dargelegt.

Eisenbahnen

Im Jahr 2018 gingen 270 Meldungen zu sicherheitsrelevanten Ereignissen bei Eisenbahnen ein, wovon 27 Trams betrafen. In 33 Fällen rückte ein Untersuchungsleiter vor Ort aus. In 13 Fällen wurde eine Untersuchung eröffnet.

Zu den grösseren Ereignissen zählen in chronologischer Reihenfolge die Kollision zwischen einem Personenzug und einem Dienstfahrzeug am 6. März in Rivaz, bei der Bauarbeiter gefährdet wurden, entlaufene Baufahrzeuge am 23. März in La Conversion und am 30. April in Ringlikon, die Entgleisung eines Baudienstwagens in einem Güterzug am 15. Juni in Winterthur, die Entgleisung eines Kesselwagens am 5. Juli in Eglisau, der Verlust einer Führerkabine einer Gleisbaumaschine während der Fahrt am 11. Juli in Castione-Arbedo, die Entgleisung eines Güterzugs am 16. August in Basel sowie die Gefährdung durch eine lose Blechverschalung eines Tankcontainers während der Fahrt am 19. September in Claro.

Bei den der SUST gemeldeten Ereignissen wurden 22 Reisende leicht und 2 schwer verletzt. Drei Mitarbeiter von Eisenbahnverkehrsunternehmen erlitten tödliche Verletzungen, 2 wurden schwer und 17 leicht verletzt. 20 weitere Personen wurden im Zusammenhang mit Eisenbahnen (inkl. Trams) tödlich, 28 schwer und 11 leicht verletzt. Die häufigste Ursache für 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

14 Meldungen trafen im Zusammenhang mit Seilbahnen ein. In keinem der Fälle rechtfertigte die Sachlage das Ausrücken eines Untersuchungsleiters. Es wurden auch keine Untersuchungen eingeleitet.

Bei den gemeldeten Ereignissen wurden 4 Reisende schwer und 1 Reisende(r) leicht verletzt. Zwei Mitarbeitende von Seilbahnunternehmen erlitten schwere Verletzungen. Ausser Reisende oder Mitarbeitende erlitten keine weiteren Personen Verletzungen. Am häufigsten kamen Reisende beim Ein- oder Aussteigen der Seilbahn zu Schaden.

Busse

Im Zusammenhang mit Bussen wurde die SUST bei 14 Zwischenfällen alarmiert. Wie bei den Seilbahnen rechtfertigte die Sachlage in keinem der Fälle das Ausrücken eines Untersuchungsleiters oder das Eröffnen einer Untersuchung.

Bei den gemeldeten Ereignissen wurden 4 Reisende leicht verletzt. Mitarbeiter von Busunternehmen wurden nicht verletzt. Neben den Reisenden wurden 2 weitere Personen tödlich, 5 schwer und 3 leicht verletzt. 6 von 14 Ereignissen standen im Zusammenhang mit Bränden, wobei keine Personen zu Schaden kamen. Die registrierten Personenschäden waren die Folge von Kollisionen von Bussen mit anderen Verkehrsteilnehmern.

Binnenschifffahrt

Im Jahr 2018 wurde die SUST 4 Mal alarmiert. In zwei Fällen handelte es sich um Grundberührungen. In einem weiteren Fall kollidierte ein Kursschiff beim Anlegemanöver mit einem Motorboot. Beim vierten Vorfall löste eine Störung eines Flusskraftwerks eine Flutwelle aus, die Schäden an vertäuten Schiffen verursachte. Es wurde eine Untersuchung eröffnet. Verletzt wurde niemand.

Hochseeschifffahrt

Während des Jahres 2018 wurden der SUST zwei Zwischenfälle von Hochseeschiffen, die unter Schweizer Flagge fahren, gemeldet. In einem Fall kam es zu einer leichten Grundberührung eines Asphalttankers, als dieser aus einem Hafen gelotst wurde. Weder das Schiff noch die Umwelt wurden dabei in Mitleidenschaft gezogen. Die zweite Meldung betraf eine Yacht unter Schweizer Flagge, auf der ein Notsender (Emergency Position Indicating Radio Beacon – EPIRB) fälschlicherweise ausgelöst worden war. In beiden Fällen rechtfertigte die Sachlage aus Sicht der Verhütung weiterer Zwischenfälle keine Eröffnung einer Sicherheitsuntersuchung.

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. Dies gilt in den EU-Ländern seit Einführung der Richtlinie (EU) 2016/798 des Europäischen Parlamentes und des Rates über Eisenbahnsicherheit auch für Ereignisse im Eisenbahnbetrieb. 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 Sicherheitsempfehlungen 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 Zivil-

luftfahrt. 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) setzt nur allgemeine Massstäbe, legt aber auch fest, dass jeder Staat über eine unabhängige Sicherheitsuntersuchungsstelle verfügen muss. Die Sicherheitsaufsicht über die Eisenbahnen liegt hingegen noch vollständig bei den nationalen Sicherheitsaufsichtsbehörden. Gemäss Artikel 48 Absatz 1 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014 (VSZV), Stand am 1. Februar 2015 (SR 742.161), 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. Diese EU-Sicherheitsrichtlinie ist Teil des Anhangs zum Landverkehrsabkommen zwischen der Schweiz und der EU. Allerdings hat die EU die Sicherheitsrichtlinie im Jahr 2016 vollständig überarbeitet. Demnach sollen gewisse Vollzugskompetenzen neu durch die EU-Behörden wahrgenommen werden. Wenn die Schweiz dieser Entwicklung folgt, wäre absehbar, dass sich in Zukunft gewisse Empfehlungen der SUST im Bereich der Eisenbahnen zukünftig auch an die EU-Behörden richten würden.

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 von der SUST wie folgt eingeteilt:

- **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 2018 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 2019. Der aktuelle Umsetzungsstand von Sicherheitsempfehlungen sowie weitere Details können der Website der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle entnommen werden.

5.2 Luftfahrt

Schwerer Vorfall eines Verkehrsflugzeuges im Sinkflug 110 NM westnordwestlich von Basel, 21.11.2014

Auf einem Linienflug von Newark nach Zürich mit einem Verkehrsflugzeug Airbus A330-343 wurde während des Sinkfluges von Flugfläche (Flight Level – FL) 370 auf FL 310 im Cockpit die bernsteinfarbene (amber) Warnmeldung CAB PR SYS 1 FAULT angezeigt. Eine Minute später ertönte ein Warnton (single chime) und gleichzeitig erschien die amber Warnmeldung CAB PR SYS 1+2 FAULT. Die Flugbesatzung setzte ihre Sauerstoffmasken auf, leitete einen Notabstieg (emergency descent) ein und informierte diesbezüglich die Kabinenbesatzung. Kurze Zeit später meldete sie der Flugverkehrsleitung eine Notlage (Mayday) und erhielt eine Sinkfreigabe auf FL 150.

Die Flugbesatzung war der Ansicht, dass in der Kabine die Sauerstoffmasken ausgeworfen worden seien und arbeitete das entsprechenden Verfahren ab, das unter anderem verlangt, dass die Kabinendruckhöhe manuell gesteuert wird. Die Flugbesatzung diskutierte kurz die angezeigte Kabinendruckhöhe und beurteilte diese als in Ordnung. Etwa fünf Minuten später beobachtete der Kommandant, dass die Kabinendruckhöhe nicht mehr angezeigt wurde. Kurz vor der Landung bemerkte der Copilot, dass die Kabinendruckhöhe nun wieder angezeigt wurde.

Sicherheitsdefizit

Die Untersuchung hat gezeigt, dass per Design unterhalb von -2060 ft die digitale Anzeige der Kabinendruckhöhe auf

der CAB PRESS page durch bernsteinfarbene Kreuze (amber crossed) ersetzt und die analoge Anzeige ausgeblendet wird. Dies trifft auch für die Anzeige des Differenzdruckes zwischen der Passagierkabine und der Umgebung (cabin differential pressure) zu. Dieser Umstand war den Betreibern der Flugzeuge nicht bekannt. Er trägt jedoch dazu bei, dass in einem solchen Fall eine Flugbesatzung eine manuelle Kabinendruckregulierung kaum mehr vornehmen kann.

Sicherheitsempfehlung Nr. 504, 23.10.2018

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollte zusammen mit dem Flugzeughersteller sicherstellen, dass eine Flugbesatzung eine Kabinendruckhöhe unterhalb von –2060 ft in geeigneter Form zur Anzeige gebracht wird.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Mit Schreiben vom 18. Januar 2019 teilte die Europäische Agentur für Flugsicherheit mit, dass sie mit dem Hersteller des Flugzeuges Kontakt aufnehmen wird, um die für eine Beurteilung der Sicherheitsempfehlung notwendigen Informationen einzuholen.

Sicherheitsdefizit

Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Flugbesatzung beim Ausfall der beiden cabin pressure controller sofort an einen möglichen Druckabfall (decompression) dachte und als Folge davon einen Notabstieg (emergency descent) in Betracht zog, den sie kurz darauf auch einleitete. Das Durchführen des emergency descent und die dabei abzuarbeitende Prüfliste nahmen wertvolle Zeit in Anspruch. Während dieser Zeit sank die Kabinendruckhöhe auf unter –2060 ft, weil durch das Nichtöffnen der outflow valve der Kabinendruck bis zum maximalen Wert respektive bis zum Ansprechen des safety valve aufgebaut wurde.

Sicherheitshinweis Nr. 3, 23.10.2018

Zielgruppe: Flugbesatzungen, Ausbildungsverantwortliche der Flugbetriebsunternehmen, Hersteller von Trainingsgeräten.

Die Flugbetriebsunternehmen sollten dahin wirken, dass bei Übungen im Flugzeugsimulator das Thema Druckprobleme weiter gefasst wird, damit Flugbesatzungen bei Druckproblemen nicht ausschliesslich auf Druckabfall (decompression) und Notabstieg (emergency descent) fokussiert bleiben.

Unfall eines Leichtflugzeuges, Zweisimmen, 27.04.2015

Im Rahmen eines in der Fluggruppe obligatorischen internen Jahresüberprüfungsfluges wurde eine simulierte Motorpanne mit einer Umkehrkurve aus geringer Höhe über Grund durchgeführt. Dabei konnte die Motorleistung des

Leichtflugzeuges nicht erhöht werden, so dass es zu einem Unfall kam, bei dem der Pilot und ein Fluglehrer Verletzungen erlitten und das Flugzeug zerstört wurde.



Sicherheitsdefizit

Im Rahmen der Untersuchung wurde erhoben, dass der Hersteller im Luftfahrzeugflughandbuch (Aircraft Flight Manual – AFM) der HB-WAS im Kapitel Notverfahren folgende Empfehlungen bezüglich des Themas Umkehrkurve nach dem Start in Zusammenhang mit einem Triebwerksausfall publiziert hatte:

«3.2.1.2. Triebwerksausfall während des Starts

In Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Flughöhe ist sofort nachzudrücken, auf Gleitfluggeschwindigkeit (90–100 km/h) zu achten und die Maschine normal abzufangen. Für Umkehrkurven ist eine Mindestflughöhe von ca. 80 m über Grund nach Herstellen der Gleitfluglage notwendig. Unterhalb dieser Höhe ist geradeaus bzw. mit kleinen Richtungsänderungen geradeaus zu landen.»

Die Regelung der Motorleistung im Flugzeugtyp C 42 wird mittels zweier Gashebel bewerkstelligt. Diese Gashebel befinden sich jeweils mittig vor jedem Sitz und können für leichteres Ein- und Aussteigen in Richtung Cockpittüre seitwärts hinuntergeklappt werden. Die Auslegung dieses Systems verfügt über keinen mechanischen Anschlag des Gashebels in der Position «Leerlauf». Bei vollständig nach hinten gezogenem Gashebel befindet sich der silberne Schraubenkopf rund 5 mm vor der Vorderkante der Sitzwanne des Piloten.

Gemäss dem Einbauhandbuch des Motorenherstellers sollte zellenseitig für den Gashebel ein mechanischer Anschlag vorhanden sein, der nach Einbau des Gaszuges mit den Leerlaufanschlägen beider Vergaser synchronisiert werden kann. Ein Versuch demonstrierte, dass beim Überziehen der mechanischen Leerlaufanschläge bei den Vergasern von wenigen Millimetern ein spontanes Abstellen des Motors möglich ist.

Sicherheitshinweis Nr. 11, 27.03.2018

Thema: Notverfahren bezüglich der Comco Ikarus C 42; Triebwerksausfall nach dem Start

Zielgruppe: Piloten und Fluglehrer der allgemeinen Luftfahrt, Hersteller, Flugschulen und das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)

Die Empfehlung des Herstellers im AFM steht in markantem Widerspruch zu den allgemein bekannten Empfehlungen der gängigen Lehrmittel namhafter Organisationen der Aviatik in der Schweiz. Im Weiteren macht der Hersteller dabei keine Angaben, unter welchen Bedingungen solche Umkehrkurven idealerweise durchführbar wären. Im vorliegenden Fall wurde eine Umkehrkurve zwischen 135 und 255 m über der Platzhöhe, also deutlich über der erwähnten minimalen Höhe eingeleitet, aus der es der Besatzung nicht gelang, zum Flugfeld zu gelangen. Dies zeigt, dass zur Festlegung einer Entscheidungshöhe eine Analyse der relevanten situativen Faktoren wie Piste, Hindernisse, Topografie, Wind, Masse usw. vor dem Start stattfinden muss. Speziell die Betreiber dieses Flugzeugtyps sollten ihre Piloten diesbezüglich sensibilisieren und das Risiko entsprechend thematisieren.

Sicherheitshinweis Nr. 12, 27.03.2018

Thema: Auslegung des Systems zur Regelung der Motorenleistung im Flugzeugtyp Comco Ikarus C 42

Zielgruppe: Piloten und Fluglehrer der allgemeinen Luftfahrt, Hersteller, Flugschulen, Unterhaltsbetriebe und das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)

Es lagen keine Anhaltspunkte für vorbestehende technische Mängel vor, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können. Insbesondere ergab die technische Untersuchung des Motors keine Hinweise, die den Motorausfall erklären könnten.

Es ist grundsätzlich nicht auszuschliessen, dass die Besatzung der HB-WAS zur Korrektur des zu steilen Sinkfluges das Gas zu brüsk manipulierte und der Motor in der Folge abstellte. Festzuhalten ist jedoch, dass dieses Phänomen beim vorliegenden Motorentyp selten beobachtet wird.

Die Auslegung des Systems zur Regelung der Motorenleistung im Flugzeugtyp Comco Ikarus C 42 verfügt cockpitseitig am Gashebel über keinen mechanischen Anschlag für die Position «Leerlauf». Es ist daher möglich, dass ein Zurückziehen des Gashebels bis zur Vorderkante der Sitzwanne unbeabsichtigt die mechanischen Anschläge bei den Vergasern überdrücken. In der Folge kommt es, wie in einem Versuch demonstriert, zum spontanen Abstellen des Motors. Ein mechanischer Anschlag im Cockpit, wie vom Motorenhersteller als notwendig erachtet, würde diese Möglichkeit ausschliessen.

Schwerer Vorfall eines Verkehrsflugzeuges während des Rollens, Flughafen Bern, 07.12.2015

Das Verkehrsflugzeug Dornier DO 328-100, rollte nach Einbruch der Dunkelheit auf Piste 32 zurück (back track) um einen Start auf der Piste 14 auszuführen, die zu diesem Zeitpunkt in Betrieb war. Der Flugverkehrsleiter übermittelte

der Flugbesatzung eine Sichtweite (Runway Visual Range – RVR) von 600 m. Die am Boden aufgemalte gelbe Linie beim Übergang vom Pistenende in den runway turn pad sah der Kommandant nicht. Diese Linie sollte ihn für den kommenden Richtungswechsel um 180° optisch führen. Beide Piloten sagten zudem aus, dass sie sich nicht mehr daran erinnern konnten, die roten Lampen des Pistenendes wahrgenommen zu haben.

Als der Kommandant merkte, dass er die Orientierung entlang der Piste verloren hatte, begann er zu bremsen. Das Flugzeug kam unmittelbar nach dem runway turn pad im Gras zum Stillstand.

Sicherheitsdefizit

Die Begrenzung des runway turn pad bestand aus blauen Befeuerungslampen. Diese waren beim Rollen auf der Piste 32, vor allem auch wegen der hellen Anflugbefeuerung der Piste 14, schlecht erkennbar.

Sicherheitsempfehlung Nr. 532, 26.09.2018

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte in Zusammenarbeit mit dem Flughafenbetreiber Lösungen suchen, die es ermöglichen, den Flugbesatzungen die Begrenzung des *runway turn* pad gut erkennbar zu machen.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Mit Schreiben vom 6. Dezember 2018 teilte das Bundesamt für Zivilluftfahrt mit, dass im Rahmen des Projekts Pistensanierung Ende Sommer 2017 die gelben Randlinien an den beiden Turn Pads markiert wurden. Der Flughafenbetreiber gab an, dass die blauen Randfeuer durch lichtstärkere LED-Lampen ersetzt wurden.

Sicherheitsdefizit

Während des Rollens auf der Piste entschied sich die Besatzung, für den Start die Sicherheitsgeschwindigkeiten für Vereisungsbedingungen (icing speeds) zu ermitteln. Dazu benutzte der Copilot den bordseitig mitgeführten Laptop. Er teilte dabei dem Kommandanten mit, dass er nun nicht mehr nach draussen schauen würde. Der Kommandant setzte den Rollvorgang fort.

Sicherheitshinweis Nr. 17, 26.09.2018

Thema: Rollen bei schlechten Sichtbedingungen

Zielgruppe: Flugbesatzungen, Ausbildungsverantwortliche der Flugbetriebsunternehmen

Die Flugbetriebsunternehmen sollten die Flugbesatzungen darauf sensibilisieren, dass beim Rollen, speziell unter schlechten Sichtbedingungen, die Rollgeschwindigkeit anzupassen ist und die Handlungen im Cockpit auf das absolute Minimum zu beschränken sind. Für Arbeiten, die den closed loop unterbrechen, sollte das Flugzeug angehalten werden.

Schwerer Vorfall eines Helikopters bei Worb, 06.04.2016

Während eines Ausbildungsfluges mit einem Helikopter vom Typ Robinson R22 Beta II entstand ein offenes Feuer am Motor im Bereich des Generators. Der Brand, der durch einen Kurzschluss zwischen einem nachträglich installierten Entstörkondensator und dem Generatoranschluss ausgelöst wurde, konnte nach der Landung von der Besatzung gelöscht werden.

Sicherheitsdefizit

Gemäss einer Genehmigung der US-Luftfahrtbehörde zur Herstellung von Ersatz- und Modifikationsteilen an Luftfahrzeugen (FAA/PMA), ist der Einbau eines Entstörkondensators vom Typ LoneStar Aviation Corp. LS03-01004 für verschiedene Leichtflugzeuge (z. B. Cessna C172) zugelassen. Die Art und Weise, wie der Entstörkondensator am Generator montiert werden muss, ist in der Installationsanleitung jedoch nicht beschrieben.

In der Folge kann der Entstörkondensator derart montiert werden, dass zwischen dem masseführenden Kondensatorgehäuse und dem Generatoranschluss ein elektrischer Kurzschluss entstehen kann.

Im Allgemeinen ist bei FAA/PMA-Komponenten, die für den Einbau in gewissen Luftfahrzeugmustern zulässig sind, nicht immer eine detaillierte Installationsanweisung vorhanden. Die SUST erkennt darin ein grundsätzliches Risiko, dass Installationen vorgenommen werden, die ein verstecktes oder langzeitiges Gefahrenpotenzial bergen können.

Sicherheitshinweis Nr. 18, 06.02.2018

Bei allen Luftfahrzeugen, die gemäss einer FAA/PMA mit einem Entstörkondensator am Generator nachgerüstet wurden, sollte sichergestellt werden, dass kein elektrischer Kurzschluss zwischen dem masseführenden Kondensatorgehäuse und dem elektrischen Bordnetz auftreten kann.

Gefährliche Annäherung zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Leichtflugzeug, nordöstlich von Friedrichshafen, 21.4.2016

Am zweiten Tag der Luftfahrtmesse «Aero Friedrichshafen» kam es zwischen einem Verkehrsflugzeug unter Radarführung für einen Anflug auf die Piste 24 und einem Leichtflugzeug nach Sichtflugregeln, das von Südosten her anfliegend in Kontakt mit der Platzverkehrsleitstelle stand, zu einer gefährlichen Annäherung im Luftraum der Klasse Echo, rund 10 NM nordöstlich des Flughafens Friedrichshafen auf einer Höhe von 4000 ft über dem mittleren Meeresspiegel (Above Mean Sea Level – AMSL). Die geringste Annäherung betrug dabei horizontal 0.5 NM und vertikal 100 ft.

Sicherheitsdefizit

Mit den Vorgaben der speziell für die Luftfahrtmesse publizierten Sichtenflugkarte erfolgen bei Betriebsrichtung 24 Anflüge auf die Hartbelagpiste über den Pflichtmeldepunkt OSCAR nördlich des Flughafens mit der Empfehlung, dem Einflugkorridor nicht höher als 4000 ft AMSL zu folgen. Dies hat zur Folge, dass der Verkehr nach Sichtflugregeln (Visual Flight Rules – VFR) beim Anflug aus südöstlicher Richtung die Pistenachse kreuzen muss. Ferner ist mit Blick auf eine fehlende Flughöhenbegrenzung im Bereich des Einflugkorridors sowie ausserhalb der Kontrollzone (Control Zone – CTR) Friedrichshafen bei gleichzeitig stattfindenden Anflügen nach Instrumentenflugregeln (Instrument Flight Rules – IFR) über einen rechten Queranflug auf die Piste 24 mit einer erhöhten Konzentration an Mischverkehr nordöstlich des Flughafens zu rechnen.

Die Möglichkeit, den VFR-Verkehr quer zur Piste über die VFR-Meldepunkte NOVEMBER und SIERRA für den An- und Abflug zu bündeln, wie es im Normalbetrieb vorgesehen ist, erlaubt eine geographische Segregation vom IFR-Verkehr auf die beiden Pisten 06 und 24. Ebenso wird der VFR-Verkehr nahe der CTR durch die Begrenzung der Flughöhe auf 3000 ft AMSL für den Ein- und Ausflug vertikal vom IFR-Verkehr gestaffelt, da dieser den Gleitweg der Instrumentenanflüge nicht unter 4000 ft AMSL anschneidet.

Die Bewirtschaftung der Luftraumstruktur um den Flughafen Friedrichshafen, die auf verschiedene Flugsicherungsanbieter (Air Navigation Service Provider – ANSP) aufgeteilt ist, deren Gliederung in Zuständigkeiten, auferlegte Dienste, Rechte und Pflichten, enthält viele Schnittstellen. Diese erschweren oder verunmöglichen gar ein rasches Umsetzen praxisorientierter Verfahren.

Die SUST erkennt daher in den betrieblichen Vorgaben sowie in der speziell für die Luftfahrtmesse publizierten Sichtenflugkarte systemische Risiken.

Sicherheitsempfehlung Nr. 541, 25.09.2018

Das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) sollte zusammen mit der Deutschen Flugsicherung (DFS), Skyguide und Austro Control GmbH prüfen, inwiefern das Betriebskonzept während der Luftfahrtmesse verbessert werden kann.

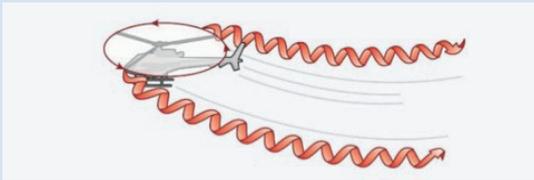
Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Schwerer Vorfall eines Leichtflugzeuges in Zusammenhang mit einem Helikopter, Flughafen Bern, 12.08.2016

Ein Leichtflugzeug des Musters Aero AT-3 flog nach einem Aufsetzen und Durchstarten (touch and go) kurz nach dem

Abheben in die Nachlaufturbulenz (wake turbulence) eines Helikopters ein, der kurz zuvor die Pistenachse überflogen hatte. Die Besatzung des Leichtflugzeuges konnte in der Folge nur knapp einen Absturz verhindern.



Sicherheitsdefizit

Als kausaler Faktor für die Entstehung des schweren Vorfalles wurde das unzureichende Bewusstsein der Flugverkehrsleitung und der Besatzungen für die Gefährdung durch Nachlaufturbulenzen eines Helikopters ermittelt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 542, 20.09.2018

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte in Zusammenarbeit mit Flugschulen und anderen betroffenen Verkehrskreisen sicherstellen, dass Piloten und andere am Flugbetrieb beteiligte Personen betreffend Nachlaufturbulenz von Helikoptern und den davon ausgehenden Gefahren instruiert und sensibilisiert werden.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAZL publizierte am 10. Januar 2019 auf der BAZL-Webseite einen Beitrag in der Rubrik «stay safe!», der die Thematik der Gefährdung durch von Helikoptern ausgehenden Nachlaufturbulenzen aufnimmt und auf betreffende Ausführungen des Untersuchungsberichts der SUST zurückgreift. Ausserdem veröffentlichte das BAZL die sicherheitsrelevante Anleitung und Empfehlung (safety awareness notification) FOCA SAND-2019-001, in der die Thematik der Nachlaufturbulenzen von Helikoptern anhand von Informationen aus Referenzdokumenten wie dem Untersuchungsbericht der SUST und Berichten der amerikanischen Luftwaffe und Luftfahrtbehörde erläutert wird.

Eine Lösung in direkter Zusammenarbeit mit den Flugschulen und anderen betroffenen Verkehrskreisen, bei der Piloten und andere am Flugbetrieb beteiligte Personen betreffend Nachlaufturbulenz von Helikoptern und den davon ausgehenden Gefahren sensibilisiert werden, wurde bisher nicht angestrebt, weshalb die SUST die Sicherheitsempfehlung als teilweise umgesetzt erachtet.

Unfall eines Schleppflugzeuges, Bern-Belp, 15.07.2017

Bei der Rückkehr von einem Segelflugschlepp erfolgte der Anflug des Schleppflugzeuges auf das Segelfluggelände

so, dass ein ausreichender Landeabstand zu einem vorausfliegenden Segelflugzeug nicht mehr gewährleistet war. Der Pilot entschied sich zu einem Vollkreis in Bodennähe, um den Landeabstand zu vergrössern. Im Laufe dieses Manövers verlor er die Kontrolle über das Schleppflugzeug so dass dieses in der Folge mit einem Hausdach kollidierte.



Sicherheitsdefizit

Der vorliegend untersuchte Unfall zeigt, dass der verunglückte Pilot eine unzutreffende Vorstellung vom Inhalt der Vereinbarung hatte, die von der Segelfluggruppe mit der Flugsicherung unter Aufsicht des BAZL abgeschlossen worden war. Wie die Untersuchung zutage gefördert hat, sind vergleichbare Fehlmeinungen auch bei anderen Piloten der Segelfluggruppe vorhanden. Diese Segelflugvereinbarung sieht eine Sonderregelung bezüglich der Erteilung von Verkehrshinweisen an am Segelflugbetrieb beteiligte Luftfahrzeuge vor. Die Flugsicherung erteilt solchen Luftfahrzeugen untereinander keine Verkehrshinweise. Ist ein weiteres Luftfahrzeug ohne Bezug zum Segelflugbetrieb in der Kontrollzone unterwegs, so muss die Flugsicherung, wie in der Luftraumklasse D üblich, Verkehrshinweise erteilen. Diese Regelung ist zwar theoretisch durchaus klar, in der Praxis kann hingegen bei den Piloten eine falsche Erwartungshaltung bzw. eine Verunsicherung bezüglich Verkehrsinformationen entstehen. Weiter ist anzumerken, dass hier ein Standard der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civil Aviation Organization – ICAO) bezüglich der Regeln in Luftraumklassen lokal ausser Kraft gesetzt wird. Damit werden die durch die ICAO vorgesehenen Sicherheitsnetze, wie das Erteilen von Verkehrshinweisen, eliminiert, was sich auch im vorliegend untersuchten Unfall gefährdend ausgewirkt hat.

Sicherheitsempfehlung Nr. 544, 13.11.2018

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte zusammen mit der Flugsicherung Skyguide und der Segelfluggruppe Bern die Zweckmässigkeit der Segelflugvereinbarung überprüfen und, falls an ihr festgehalten werden soll, durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass diese Sonderregelung durch die Benutzer einfach und sicher gehandhabt werden kann.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Mit Schreiben vom 19. Februar 2019 teilt das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) mit, dass es die Sicherheitsempfehlung befürwortet. Seit dem Unfall habe eine interne Analyse der Segelflugverfahren auf dem Flughafen Bern stattgefunden und es seien interne Workshops zum Segelflugsektor LB durchgeführt worden. Das BAZL teilt die Ansicht, dass das Verstehen des Inhalts der Verfahrensvereinbarung zwischen dem Flughafen Bern, Skyguide und der Segelfluggruppe Bern essentiell ist. Deshalb hat das BAZL, vertreten durch zwei Sektionen, am diesjährigen Saisonstartbriefing der Segelfluggruppe Bern vom 9. März 2019 aktiv teilgenommen. Dabei wurde eine Präsentation geliefert, in der auf das gültige Verfahren, insbesondere die Bedeutung von Verkehrsinformationen, sowie auf die Probleme zwischen der Segelfluggruppe und Skyguide eingegangen wurde. Im Weiteren fand am 19. März 2019 beim BAZL in Ittigen ein Workshop zum Thema «Segelflugsektor LB» mit Vertretern des BAZL, der Skyguide, des Flughafens Bern, des Aeroclubs und der Segelfluggruppe Bern statt. Die Sicherheitsempfehlung wird auch bilateral zwischen BAZL und Skyguide aufgenommen.

Sicherheitsdefizit

Wie der vorliegend untersuchte Unfall zeigt, war ein Durchstartverfahren für den Piloten eines Leichtflugzeuges, der nicht wie vorgesehen landen konnte, keine naheliegende Lösung, die er sicher umsetzen konnte. Es entspricht der allgemeinen Erfahrung, dass Durchstarts selten durchgeführt werden. Obwohl sie ein Standardverfahren darstellen, werden sie deshalb oft nicht sicher beherrscht bzw. umgesetzt.

Sicherheitshinweis Nr. 22, 13.11.2018

Thema: Übung von Durchstartverfahren
Zielgruppe: Piloten von Leichtflugzeugen

Es erscheint sinnvoll, Durchstartverfahren beispielsweise im Rahmen von Trainingsflügen regelmässig zu üben, damit dieses Verfahren in einer zeitkritischen Situation, bei der eine Landung nicht sicher möglich erscheint, jederzeit abgerufen und umgesetzt werden kann.

Arbeitsunfall beim Betrieb eines Helikopters, Tesserete, 13.10.2017

Im Rahmen eines Lastentransportes mit einem Helikopter wurden zwei Arbeiter im Gefahrenbereich von Fertigbauelementen, die unter dem Einfluss des Rotorabwindes (downwash) umkippten, getroffen und erheblich verletzt.

Sicherheitsdefizit

Durch *downwash* verursachte Unfälle bei Arbeits- und Rettungsflügen mit erheblichen oder tödlichen Verletzungen von Personen im Gefahrenbereich waren in der Vergangenheit immer wieder Gegenstand von Sicherheitsuntersuchungen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 540, 31.07.2018

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte zusammen mit der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA) und den Helikoptertransportunternehmen Massnahmen ergreifen, um bei Helikoptertransportflügen die Sicherheit von Mitarbeitern und Drittpersonen in Bezug auf die Folgen des Rotorabwindes (downwash) zu erhöhen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Mit Schreiben vom 1. November 2018 teilte das BAZL mit, dass mit der Einführung von Part Specialised Operations (SPO) im April 2017, in Zusammenarbeit mit der Swiss Helicopter Association (SHA) und den Betreibern neue Standard Operating Procedures (SOP) erarbeitet und genehmigt worden seien. Für die Erarbeitung des SOP in Bezug auf «Montagen am Boden» sei die SUVA miteinbezogen worden. Aus dem Schlussbericht gehe nicht hervor, ob die Firma das entsprechende SOP eingehalten habe. Der Inhalt der Sicherheitsempfehlung ist aus Sicht des BAZL im SOP ausreichend abgedeckt, so dass es keine weiteren Massnahmen ergreift.

Auch nach Einführung der SPO am 21. April 2017 bzw. nach der Publikation der Erstaussgabe der 9 lebenswichtigen Regeln («9. Auf Gefahr durch Rotorabwind achten») im Oktober 2014 ist der vorliegend Unfall der zweite von der SUST untersuchte Unfall, bei dem der downwash eine direkte Rolle spielte. Die SUST ist daher der Ansicht, dass eine vertiefte Sensibilisierung hinsichtlich der vom Rotorabwind ausgehenden Gefahren zur Erhöhung der Sicherheit von Mitarbeitern und Drittpersonen angezeigt wäre.

Unfall eines historischen Verkehrsflugzeuges, Flims, 04.08.2018

Am 4. August 2018 um 16:10 Uhr startete das historische Verkehrsflugzeug Junkers Ju 52/3m g4e, eingetragen als HB-HOT und betrieben durch die Ju-Air vom Flugplatz Locarno zu einem Flug nach dem Militärflugplatz Dübendorf. Das Flugzeug kollidierte um 16:56 Uhr rund 1.2 km südwestlich des Piz Segnas annähernd senkrecht mit dem Gelände. Alle 20 Personen an Bord des Flugzeuges wurden beim Unfall getötet. Das Flugzeug wurde zerstört.



Sicherheitsdefizit

An den Holmen, Scharnieren, Beschlägen der Tragflügel und im Bereich der Kabinenbodenplatte am Wrack der HB-HOT wurden erhebliche Korrosionsschäden gefunden. Zwei der drei Motoren waren mit neuangefertigten Nockenscheiben ausgerüstet, die Mängel aufwiesen.

Aufgrund desselben Baujahrs, der ähnlichen Betriebsart und Betriebszeiten muss damit gerechnet werden, dass die Schwesterflugzeuge HB-HOP und HB-HOS ähnliche Mängel aufweisen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 548, 21.11.2018

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte in Zusammenarbeit mit dem Flugbetriebsunternehmen durch geeignete Massnahmen sicherstellen, dass die Schwesterflugzeuge HB-HOP und HB-HOS auf Korrosionsschäden und Mängel an Systemkomponenten überprüft werden.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Mit Schreiben vom 28. März 2019 teilte das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) mit, dass es die Sicherheitsempfehlung befürwortet. Es hat den beiden Flugzeugen HB-HOS und HB-HOP das Lufttüchtigkeitszeugnis bis auf weiteres entzogen. Das BAZL hat basierend auf den Erkenntnissen der Unfalluntersuchung sowie des Ageing Aircraft Programms bereits Anforderungen bezüglich benötigter Engineering Unterstützung, Aufstellung eines Inspektionsprogramms sowie Betrieb und Wartung an die Ju-Air gestellt. Die entsprechenden Inspektionen und die daraus resultierenden Beanstandungen müssen vor Erteilung einer Fluggenehmigung durchgeführt und behoben werden.

Mehrere Audits und eine Inspektion des BAZL bei der Ju-Air haben in der Zwischenzeit ergeben, dass die Ju-Air ihren Betrieb nach Part-145 aufgrund schwerwiegender und systemischer Mängel nicht mehr fortführen darf. Mit der Sisierung des Part 145 Zertifikats musste die Ju-Air ab sofort sämtliche Arbeiten an ihren Flugzeugen einstellen.

Das weitere Vorgehen wird vom BAZL, auch aufgrund der Ergebnisse der noch anstehenden Part 145 Überprüfungen festgelegt.

Nach Ansicht des BAZL verdichten sich die Anzeichen, dass der Einsatz von historischen Luftfahrzeugen bzw. von Luftfahrzeugen ohne Halter einer Musterzulassung (Type Certificate – TC) erhöhte Risiken birgt: Zum einen sind die Rumpf- und Flügelstrukturen der Luftfahrzeuge sowie deren Systeme nicht für einen zeitlich unbeschränkten Einsatz konstruiert worden und sollten daher nur noch unter der Einhaltung eines Ageing Aircraft Programmes weiter betrieben werden. Zum anderen fehlt bei Luftfahrzeugen ohne TC-Holder eine wesentliche Funktion für die Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit. Das BAZL prüft gegenwärtig die Implementierung von Massnahmen, welche dazu dienen,

die Flugsicherheit auch bei fehlendem TC-Holder zu gewährleisten. Die nachfolgend dargelegten Punkte kommen als Sicherheitsmassnahmen in Frage. Je nach weiteren Erkenntnissen kann sich dieser Katalog jedoch noch erweitern:

- Verbot oder Limitierung der Anzahl mitgeführter Passagiere;
- Einführung Massnahmen, um die Risikowahrnehmung von möglichen Passagiere zu erhöhen.
- Einschränkung von Überflügen von besiedelten Gebieten oder kritischen Infrastrukturen;
- Wartung in einer zugelassenen Unterhaltsorganisation ähnlich Part-145;
- Einführung eines kontinuierlichen Unterhaltsmanagements in Anlehnung an CAMO;
- Integration eines Sicherheitsmanagements im Bereich des Unterhalts;
- Aufbau und Implementierung der notwendigen Kompetenzen im Bereich Engineering;
- Integration eines Qualitätsinspektionssystems für allfällige Herstellungstätigkeiten;
- Einführung eines Ageing Aircraft Programmes.

Sicherheitsdefizit

Bei der Untersuchung der Instandhaltungsarbeiten wurden verschiedene Unzulänglichkeiten insbesondere der Dokumentation bei der Ausführung von grösseren Modifikationen und bei der Bewirtschaftung von Ersatzteilen festgestellt. Solche Mängel stellen ein potentielles Risiko dar.

Sicherheitshinweis Nr. 25, 21.11.2018

Das Flugbetriebsunternehmen und die Instandhaltungsbetriebe sollten zusammen mit der Organisation zur Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit (Continuing Airworthiness Management Organisation – CAMO) die bestehenden Abläufe prüfen und so verbessern, dass die Nachvollziehbarkeit der Instandhaltungsarbeiten sowie eine eindeutige Ersatzteilbewirtschaftung gewährleistet sind.

5.3 Eisenbahnen

Entgleisung einer Lokomotive Bm 6/6, Neyruz, 03.03.2014

Am 3. März 2014 entgleiste um 13:50 Uhr die vorderste Achse einer geschleppten Lokomotive Bm 6/6 kurz nach der Haltestelle Neyruz. Die Untersuchung zeigte, dass die Achse bereits mehr als 5 km vor der Entgleisung gebrochen war. Die Entgleisung der vordersten Achse der Lokomotive Bm 6/6 ist auf einen Achsbruch aufgrund einer Rissinitiierung durch Korrosion zurückzuführen. Als systemische Ursache für den Achsbruch wurde die wesentliche Überschreitung der Revisionsfristvorgaben für die Ultraschallprüfung der Achsen ermittelt.

Sicherheitsdefizit

Die Lokomotive Bm 6/6 Nr. 18509 wurde mehrere Jahre abgestellt und ohne Zustandsüberprüfung der Achswellen wieder in Betrieb genommen. Nach längeren Stillstandzeiten können Korrosionsschäden an den Achswellen auftreten, die zu Rissen und damit zu einer Schwächung der Festigkeit führen können. Ohne die erforderliche Ultraschallprüfung werden diese nicht identifiziert. Es ist nicht bekannt, wie viele Achsen sich in ähnlichem Zustand befinden.

Sicherheitsempfehlung Nr. 133, 08.05.2018

Das BAV sollte dafür sorgen, dass alle typengleichen Achsen, wie diejenige der Bm 6/6, einer kompletten zerstörungsfreien Prüfung zu unterziehen sind.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Mit Schreiben vom 24. Oktober 2018 forderte das BAV alle Fahrzeughalter, die Lokomotiven des Typs Bm 4/4 und Bm 6/6 in ihrem Bestand haben, auf, sicherzustellen, dass regelmässig eine zerstörungsfreie Risprüfung gemäss den in den Wartungsanweisungen der Fahrzeuge festgelegten Intervallen durchgeführt wird. Wenn der Nachweis dieser wiederkehrenden Prüfungen nicht erbracht werden kann, muss so bald wie möglich eine neue Prüfung durchgeführt werden. Zudem muss vor der Wiederinbetriebnahme einer Lokomotive, die für längere Zeit abgestellt oder ausser Betrieb war, eine zerstörungsfreie Prüfung der Achsen durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Kontrolle sind zu dokumentieren.

Die Halter hatten bis zum 31. Januar 2019 das BAV über die getroffenen Massnahmen zu informieren.

Kollision zweier Baukompositionen, Immensee, 18.03.2015

In Immensee fand ein Gleisumbau mit Untergrundsanierung statt, für den eine Arbeitskomposition mit Spezialfahrzeugen eingesetzt wurde. Nach Beendigung der Arbeiten am Mittwoch, 18. März 2015, um ca. 03:45 Uhr wurde die Arbeitskomposition in zwei Baukompositionen getrennt, die unabhängig voneinander Richtung Arth-Goldau fahren sollten. Die erste Baukomposition musste vor dem Spurwechsel in Brunnmatt auf die Weiterfahrt warten. Um 04:27 Uhr fuhr die zweite Baukomposition als indirekt geführte Rangierbewegung auf die vorausgefahrte, stehende Baukomposition auf. Dabei wurde ein Rangierleiter getötet, ein Gleisbauarbeiter erlitt schwere und vier Gleisbauarbeiter erlitten leichte Verletzungen. Es entstand grosser Sachschaden an Fahrzeugen und Infrastruktur.

Die Kollision zweier Baukompositionen ist darauf zurückzuführen, dass mehrere Personen in unterschiedlichen Funktionen Vorgaben, wie das korrekte Anwenden von

Prozessen für Rangierfahrten mit besonderen Fahrzeugen, das Einhalten der Sprechregeln und das Wahrnehmen definierter Rollen, nicht befolgten. Dies führte zu einem ungleichen Kenntnisstand zwischen den beteiligten Personen sowie Missverständnissen betreffend die Ausdehnung der Arbeitsstelle, Zuständigkeiten für die Strecke zwischen Immensee und dem Spurwechsel Brunnmatt und damit das Befahren der Strecke zwischen Immensee und dem Spurwechsel Brunnmatt.

Zum Unfall haben beigetragen:

- Kein Hinterfragen von Unstimmigkeiten sowie nicht sicherheitsbewusstes Verhalten mehrerer Personen.
- Die vorbestehenden Mängel am Funkgerät des Rangierleiters 2 betreffend die Schwergängigkeit der Sendetaste.
- Ein eingeschalteter Kontrollton, der den Anschein erweckte, dass der Bedienende noch bei Bewusstsein bzw. handlungsfähig ist.



Sicherheitsdefizit

Bei längeren Fahrten von indirekt geführten Rangierbewegungen, ohne dass der Rangierleiter dem Lokführer Anweisungen gibt, ist ein Kontrollton das einzige Signal, das zwischen Rangierleiter und Lokführer besteht und der Verbindungsüberwachung dient. Der Empfang des Kontrolltons garantiert jedoch nicht, dass der Bediener des Funkgerätes noch bei Bewusstsein bzw. handlungsfähig ist.

Sicherheitsempfehlung Nr. 134, 18.09.2018

Die SUST empfiehlt dem BAV, technische Verbindungsüberwachungen, wie z. B. den Kontrollton, für sicherheitsrelevante Kommunikationsverbindungen nur noch zuzulassen, wenn gewährleistet wird, dass diese von einem aktiven Handeln des Bedieners abhängig sind.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV vermerkt, dass im vorliegenden Fall bei der Anwendung des Betriebsprozesses nach FDV R 300.3, Ziffer 9.4.5 ein Unterschied darin besteht, ob die Verbindungsüberwachung fernmündlich durch den Rangierleiter mit den Worten «kommen» bzw. «fahren»

oder technisch mit dem Kontrollton erfolgt. Die fernmündliche Variante beinhaltet gleichzeitig eine Überwachung des Zustands des Rangierleiters: Wenn dieser nicht mehr spricht (z.B. infolge Bewusstlosigkeit), fällt die Verbindungsüberwachung aus und der Lokführer reagiert entsprechend. Ein eingeschalteter Kontrollton - in der Ausführung wie er im vorliegenden Ereignis eingesetzt wurde - läuft weiter, wenn der Rangierleiter nicht mehr in der Lage ist, diesen manuell auszuschalten.

Das BAV beurteilt den betrieblichen Prozess sowie die hoheitlichen Vorgaben für den operativen Eisenbahnbetrieb (FDV) grundsätzlich als vollständig und die Regelungstiefe als angemessen.

Die AB-EBV zu Art. 38, AB 38.1, Ziff. 4 enthalten im Kontext zur Sicherheitsempfehlung die folgende übergeordnete gesetzliche Grundlage:

«Die Eigenschaften der Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen müssen mit den Betriebsprozessen und -vorschriften abgestimmt sein.»

Die hoheitlichen technischen Vorgaben (EBV/AB-EBV) enthalten aktuell jedoch keine weiterführenden Anforderungen an eine technische Verbindungsüberwachung.

Das BAV wird im Rahmen der Weiterentwicklung der Regelwerke (EBV/AB-EBV & FDV) analysieren, ob die hoheitlichen technischen Vorgaben und der Kontext mit den betrieblichen Vorgaben ausreichend sind und bei Bedarf entsprechende Anpassungen vornehmen.

Sicherheitsdefizit

Die Bestellung der Fahrordnungen und somit das Bestimmen der fahrdienstlichen Anordnung für die Baukompositionen wurden einem Lokführer übertragen. Es fehlte ein fahrdienstliches Konzept, welches das Fahrregime, wie die Baukompositionen zu und von der Arbeitsstelle verkehren müssen, und die dafür erforderlichen Sicherungsmassnahmen umfasst.

Sicherheitshinweis Nr. 13, 18.09.2018

Zielgruppe: Infrastrukturunternehmen

Die Rolle und die Aufgaben der Sicherheitsleitung, insbesondere die Wahrnehmung der Sicherheitsverantwortung bei der Planung und Ausführung von Arbeitsstellen, sollen überprüft werden. Dabei sind Aspekte wie die Belastung des Personals und die Überwachung der Sicherheitsmassnahmen zu berücksichtigen

Sicherheitsdefizit

Nicht allen Beteiligten waren der Unterschied und die Bedeutung der Begriffe «Sichern» und «Sperrern» von Gleisen im Zusammenhang mit dem Befördern eines besonderen Fahrzeugs bekannt. Dass technische Massnahmen durch Sperrern von Gleisen einem Sichern gleichkommt, hat in der Kommunikation zu Missverständnissen und zu Fehlhandlungen geführt

Sicherheitshinweis Nr. 14, 18.09.2018

Zielgruppe: Lokführer, Rangierleiter, Fahrdienstleiter, Personal auf Arbeitsstellen

In Aus- und Weiterbildungen sollten Lokführern, Rangierleitern, Fahrdienstleitern dem Personal auf Arbeitsstellen, insbesondere den Sicherheitsleitern und Sicherheitschefs, basierend auf den FDV und AB FDV Infrastruktur der Unterschied und die Bedeutung von «Sichern» und «Sperrern» von Gleisen erläutert werden. So soll sichergestellt werden, dass diese Begriffe korrekt angewandt werden.

Kollision einer geschobenen Rangierbewegung mit abgestellten Fahrzeugen in Zürich Vorbahnhof, 18.10.2015

Am 18. September 2015 um 12:22 Uhr prallte eine geschobene Rangierbewegung, bestehend aus mehreren Reisezugwagen und einer Rangierlok, in Zürich Vorbahnhof in eine abgestellte Reisezugkomposition. Verschiedene Fahrzeuge wurden erheblich beschädigt. Es waren keine Reisenden in den Fahrzeugen. Der Rangierlokkführer wurde leicht verletzt und begab sich in ärztliche Behandlung.

Die Kollision einer geschobenen Rangierbewegung mit der stehenden Zugkomposition ist darauf zurückzuführen, dass der Rangierleiter von einer hindernisfreien Fahrt bis zum gewünschten Zielort ausging und die Fahrgeschwindigkeit nicht der Bedeutung eines «Fahrt mit Vorsicht» zeigenden Zwergsignals anpasste, worauf ein rechtzeitiges Anhalten nicht mehr möglich war.

Zum Unfall haben beigetragen:

- Es wurde irrtümlich ein falsches Zielgleis angefordert.
- Das irrtümlich angeforderte Zielgleis war durch stehende Fahrzeuge besetzt.
- Die Routine im Betriebsablauf führte dazu, dass eine hindernisfreie Fahrt erwartet wurde und dem «Fahrt mit Vorsicht» zeigenden Zwergsignal eine untergeordnete Bedeutung beigemessen wurde.



Sicherheitsdefizit

Dem Personal ist die Bedeutung eines «Fahrt mit Vorsicht» zeigenden Zwergsignals bewusst. Die Routine im Betriebsablauf führt dazu, dass eine hindernisfreie Fahrt erwartet wird und einem «Fahrt mit Vorsicht» zeigenden Zwergsignal eine untergeordnete Bedeutung beigemessen wird. Es ist Aufgabe des Rangierpersonals, für eine sichere Durchführung einer Rangierfahrt zu sorgen. Gibt es eine Differenz zwischen der Erwartungshaltung einer freien Fahrstrasse bis zum erwarteten Ziel und der effektiven Situation (falsches Zielgleis, Hindernis in der Fahrstrasse), so steigt die Wahrscheinlichkeit für eine Kollision oder Entgleisung.

Sicherheitsempfehlung Nr. 109, 02.03.2017

Das BAV sollte für den Rangierdienst eine eingehende Studie über das Spannungsfeld der geltenden Vorschriften gegenüber der betrieblichen Realität durchführen und entsprechende Massnahmen umsetzen.

Die Studie sollte die folgenden Themen behandeln:

- A) Wie ordnen sich Rangierunfälle bezüglich Risiko (Häufigkeit und Ausmass) in das übrige Unfallgeschehen ein, auf welches die Eisenbahnunternehmen Einfluss haben? Inwieweit besteht hinsichtlich Risiken und möglicher Risikoentwicklung Handlungsbedarf (Risikoakzeptanz)?
- B) Bestehen Defizite bei der Sicherheit im Rangierbetrieb durch die Zentralisierung der Bedienung der Stellwerkanlagen?
- C) Wo bestehen Differenzen im täglichen Verhalten des Personals gegenüber den durch die Fahrdienstvorschriften vorgesehenen Regelungen für Rangierfahrten in Anlagen mit Zwergsignalen?
- D) Welchen Einfluss hat ein vorschriftsgemässes Verhalten beim Rangieren in Anlagen mit Zwergsignalen auf den Betriebsablauf? Welcher Handlungsbedarf ist daraus abzuleiten?
- E) Mit welchen Massnahmen kann ein allfälliger Konflikt zwischen vorschriftsgemässigem Verhalten beim Rangieren in Anlagen mit Zwergsignalen und ungestörtem Betriebsablauf eliminiert werden?
- F) Wie müsste ein Sicherheitsnetz aussehen, das ähnlich der Zugbeeinflussung auf sich bewegende Fahrzeuge im Rangierdienst einwirkt?
- G) Welche Chancen und Risiken birgt ein vermehrter Austausch von Informationen zwischen dem beteiligten Personal von Verkehr und Infrastruktur?
- H) Sind zusätzliche Hilfsmittel für einen Informationsgleichstand aller Beteiligten Verkehr und Infrastruktur sinnvoll und wie müssten die gestaltet sein?

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV plant aufgrund seiner Risikobeurteilung von Rangierunfällen folgende Massnahmen zur mittel- bis längerfristigen Reduktion der Risiken bei Rangierbewegungen:

- Die Weiterentwicklung der Schweizerischen Fahrdienstvorschriften (FDV) (z. B. FDV 2020);
- die Sicherheitsüberwachung mit Schwerpunkt Betriebskontrolle (BK) Rangiersicherheit;
- Die Weiterverwendung von Resultaten aus Arbeiten im Bereich Human Factors mit der Fachhochschule Nordwestschweiz zu den Themen «sicherheitsförderliche Aufsstilse», «Leitsätze für adäquate Regulationskultur», «Aufsicht und vorschriftenkonformes Verhalten in der betrieblichen Praxis»;
- Begleitung von möglichen Entwicklungen für eine technische Überwachung von Rangierbewegungen

Das BAV will vorläufig die Prioritäten beim Einsatz ihrer Ressourcen anderweitig setzen und auf die Durchführung einer eingehenden Studie verzichten.

Kollision entlaufener Fahrzeuge mit einem Hindernis, Widnau, 18.05.2016

Am 18. Mai 2016 um ca. 16:50 Uhr wurde in der Anschlussgleisanlage Widnau ein Güterzug zusammengestellt. Beim Anfahren an drei zum Abholen bereitstehende Wagen entliefen diese einige Meter in Richtung des Firmengeländes. Dabei kollidierten sie mit einer Ausleger-Hubarbeitsbühne, die sich im Gleisbereich befand. Als Folge der durch den Anprall verursachten Bewegung der Ausleger-Hubarbeitsbühne stürzte ein Mitarbeiter von der Ausleger-Hubarbeitsbühne in die Tiefe und wurde dabei tödlich verletzt.

Sicherheitsdefizit

Die Mitarbeitenden von SBB Cargo verfügen über die für ihre Tätigkeit nötigen Kenntnisse und die erforderlichen Berechtigungen. Das korrekte Vorgehen beim Anfahren an Wagen wird im Rahmen interner Schulungen vermittelt. Obwohl interne Audits, welche die Umsetzung in die Praxis prüfen sollen, durchgeführt wurden, gelangte im vorliegenden Fall nicht das geschulte Vorgehen zur Anwendung.

Sicherheitshinweis Nr. 10, 02.07.2018

Zielgruppe: Eisenbahnverkehrsunternehmen, die Güterwagen in Anschlussgleise zustellen und abholen.

Das Entlaufen von Wagen stellt ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar. Die SUST empfiehlt den betroffenen Eisenbahnverkehrsunternehmen daher zu prüfen, ob dieses Sicherheitsdefizit auch in anderen Rangierteams besteht.

Gegebenenfalls müssten die Ausbildungen und die Überwachung der Umsetzung in die Praxis verbessert werden.

Sicherheitsdefizit

In der «Regelung über die Anschlussgleisbenutzung durch SBB Cargo» sind über die Fahrdienstvorschriften hinausgehende Bestimmungen zur Sicherung abgestellter Wagen festgelegt worden. Die Schilderungen der Rangierteam von SBB Cargo und SAW lassen den Schluss zu, dass diese Bestimmungen regelmässig nicht eingehalten wurden und dass diese beim Anschlussgleisbetreiber in ungenügender Masse eingefordert wurden.

Sicherheitshinweis Nr. 11, 02.07.2018

Zielgruppe: Eisenbahnverkehrsunternehmen, die Güterwagen in Anschlussgleise zustellen und abholen. Die SUST empfiehlt den betroffenen Eisenbahnverkehrsunternehmen zu überprüfen, ob auch in anderen Anschlussgleisen die vertraglichen Regelungen in der Praxis nicht eingehalten werden. Gegebenenfalls müssten die Rangierteam auf diese Thematik sensibilisiert werden, damit die Einhaltung dieser Regelungen von den Vertragspartnern eingefordert werden kann.

Sicherheitsdefizit

Für Mitarbeitende, die Rangierbewegungen auf Anschlussgleisen ausführen, ist diese Tätigkeit oftmals nur ein Bestandteil ihrer Aufgaben, der nebenbei erledigt wird. Im untersuchten Fall stand im Rangierdienst der Firma SAW ein Mitarbeiter im Einsatz, der eine praktische Ausbildung auf der Rangierlok absolviert hatte. Mitarbeitende, die im Rangierdienst eingesetzt werden, müssen gemäss VTE 10 auf die Fahrdienstvorschriften (FDV) ausgebildet und geprüft sein.

Sicherheitshinweis Nr. 12, 02.07.2018

Zielgruppe: Anschlussgleisbetreiber, auf deren Gleise ein eigener Rangierdienst im Einsatz steht. Die SUST empfiehlt den betroffenen Anschlussgleisbetreibern sicherzustellen, dass alle Mitarbeitenden, die im Rangierdienst im Einsatz stehen, die entsprechenden Ausbildungen und Prüfungen absolviert haben.

Explosion und Brand im Maschinenraum einer Lokomotive, Hochtenn 08.08.2016

Ein mit einer Doppeltraktion an der Spitze und einer Schiebelokomotive am Schluss bespannter Güterzug fuhr von Domodossola nach Spiez. Kurz vor der Einfahrt in den Bahnhof Hochtenn (VS) kam es in der zweiten Lokomotive zu einer Explosion und der Maschinenraum geriet in Brand. Die Explosion mit anschliessendem Brand im Maschinenraum der Lokomotive ist auf einen Defekt des Hochspannungstufenschalters des Typs NO 32/4 zurückzuführen.

Sicherheitsdefizit

Trotz Stufenschalterüberwachung kann eine Beschädigung

des Stufenschaltergehäuses durch eine Explosion nicht ausgeschlossen werden. Wenn dabei das Isolieröl des Stufenschalters im Maschinenraum verspritzt wird und durch Ölersetzung ein explosionsfähiges Gasgemisch in Maschinenraum entsteht, reicht eine Zündquelle, um eine weitere Explosion mit Brandfolge auszulösen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 132, 19.08.2018

Das BAV sollte die Halter von Triebfahrzeugen mit einem Stufenschalter des Typs NO 32/4 oder Stufenschaltern mit identischem Funktionsprinzip auffordern, Massnahmen zu treffen, die nach einer Stufenschalterexplosion die Entstehung oder Ausbreitung eines Brandes aufgrund der Freisetzung von entflammenden Flüssigkeiten oder Gasen aus Lecks verhindern oder die Auswirkungen reduzieren.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Die BLS hat im Zusammenhang mit der Explosion der Re 425 169 vom 8. August 2016 verschiedene Massnahmen unternommen. Diese betreffen sowohl den Personenschutz als auch die Instandhaltung und die Überwachung der Stufenschalter. Bezüglich des Personenschutzes wurden Massnahmen gegen die Druckwelle und gegen die Rauchgase getroffen. Zudem wurde die Instandhaltung der Stufenschalter überprüft und angepasst. Das BAV klärt weiter ab, welche anderen Eisenbahnverkehrsunternehmungen Lokomotiven mit dem Stufenschalter des Typs NO 32/4 einsetzen. Danach werden diese Unternehmen ebenfalls angeschrieben und aufgefordert, Massnahmen zu treffen.

Kollision einer Rangierbewegung für den Baudienst mit einem Zweibegebagger, Samstagern, 13.07.2017

Am 13. Juli 2017 um 04:10 Uhr fuhr eine Rangierbewegung für den Baudienst, bestehend aus einer Lokomotive und drei beladenen Dienstwagen, ab dem Bahnhof Samstagern talwärts zu einer Gleisbaustelle. Bei der Baustelle wartete auf dem befahrenen Gleis ein Zweibegebagger, mit dem nach dem Ablad das Material verteilt werden sollte. Die Rangierbewegung konnte nicht rechtzeitig zum Stillstand gebracht werden, kollidierte mit dem Zweibegebagger und schob ihn über 150 m talwärts, wobei die Infrastruktur erheblich beschädigt wurde. Der Rangierleiter, ein auf einem Dienstwagen mitfahrender Maschinist sowie der Baggerführer sprangen noch während der Fahrt von den Fahrzeugen ab. Dabei verletzte sich eine Person. Der Lokführer blieb bis zum Stillstand der Fahrzeuge vor der Haltestelle Grünenfeld in der Lokomotive.

Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass die Konstruktion der nachgerüsteten Feststellbremse die Funktion der Luftbremsen der MFS-Wagen soweit behinderte, dass sie nicht funktionstüchtig waren.

Zum Unfall hat beigetragen, dass die geltenden Vorschriften bezüglich der Überprüfung der Bremsen die möglichen betrieblichen Verhältnisse bei Rangierfahrten auf gesperrten Gleisen nicht umfassend berücksichtigen.



Sicherheitsdefizit

Die Vorschriften sehen für Rangierbewegungen auf ein Gleis mit Gefälle keine den Verhältnissen angepasste Überprüfung der Bremsen aller Fahrzeuge und der Bremswirkung der Fahrzeugkomposition vor. Die geforderten Prüfungen auf die Funktion der Bremsen bei Rangierbewegungen ist weniger umfangreich als bei Zügen.

Gleichzeitig ist es möglich, bei übereinstimmenden Bremsverhältnissen, Rangierbewegungen mit einer höheren Geschwindigkeit durchzuführen, als die für Züge auf demselben Streckenabschnitt erlaubte Maximalgeschwindigkeit.

Sicherheitsempfehlung Nr. 137, 18.12.2018

Das BAV sollte prüfen, ob die betrieblichen Vorschriften für Rangierbewegungen auf gesperrten Gleisen in Gefällen ausreichend sind und gegebenenfalls ergänzende Vorschriften erlassen.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Sicherheitsdefizit

Lokführer bedienen verschiedene Triebfahrzeuge. Die Normalspurtriebfahrzeuge können über den gesamten Geschwindigkeitsbereich mit der nur auf die Lokomotive wirkenden Bremse mit der maximalen Bremskraft gebremst werden. Hier verhält sich die am Unfall beteiligte Lokomotive Am 847 909-9 anders. Dem Lokführer muss die eingeschränkte Wirkung der hydrodynamischen Bremse bei tiefen Geschwindigkeit bewusst sein. Bei einem Wechsel auf dieses Triebfahrzeug besteht die Gefahr, ein wirksames Bremsverhalten zu erwarten.

Sicherheitshinweis Nr. 18, 18.12.2018

Zielgruppe: Carlo Vanoli AG

Auf der Lokomotive Am 847 909-9 sollte in verständlicher Art ein Hinweis sichtbar sein, dass die Bremse, die nur auf die Lokomotive wirkt, sich unterschiedlich zu den übrigen Normalspurtriebfahrzeugen verhält.

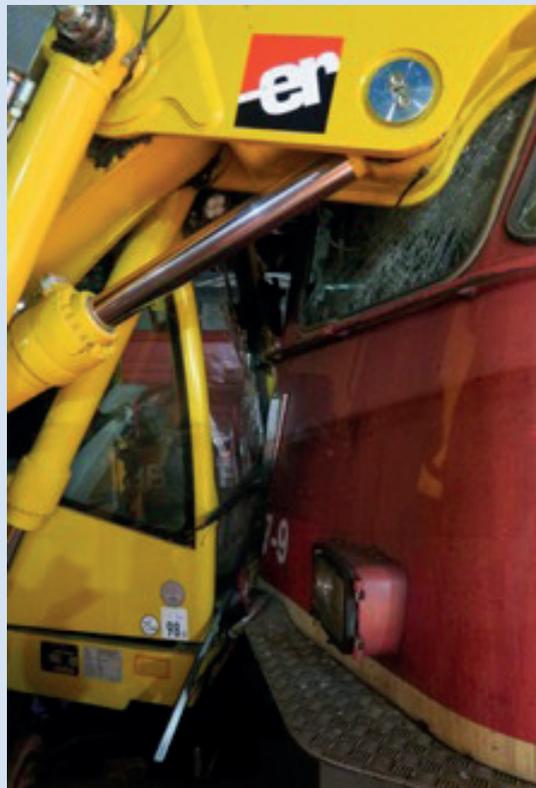
Kollision eines Güterzuges mit einem Zweiwegebagger (Strasse-Schiene), Vevey, 14.11.2017

Am Dienstag, dem 14. November 2017, um ca. 04.20 Uhr, prallte der von Lausanne kommende SBB-Cargo-Zug Nr. 50772 mit einem Zweiwegebagger zusammen, das auf dem gesperrten Gleis 2 des Bahnhofs Vevey im Einsatz war. Es wurde niemand verletzt.

Bei der Aufhebung der Sperrung von Gleis 22 und der Weichen 12 und 13 hob der Fahrdienstleiter auch die Sperrung von Gleis 2 auf, obwohl der Sicherheitschef keine Meldung über die Befahrbarkeit dieses Gleises erstattet hatte. Aus diesem Grund wurde die Fahrstrasse des Zuges Nr. 50722 vom Stellwerk automatisch über das Gleis 2 eingestellt.

Folgende Faktoren trugen zum Unfall bei:

- Eingleisung des Zweiwegebaggers zwischen zwei Achszählpunkten, wodurch das Stellwerk keine Meldung erhält, dass das Gleis belegt ist. Folglich wird dem Fahrdienstleiter auf seinem Iltis-Monitor keine Belegung des Gleises angezeigt.
- Die teilweise Wiederinbetriebnahme und anschließende erneute Sperrung eines Gleissektors innerhalb kurzer Zeit.



Sicherheitsdefizit

Die Eingleisung eines Zweiwegefahrzeugs zwischen zwei Zählpunkten auf einem gesperrten Gleis, das mit einer Gleis-

freimeldeeinrichtung in Form eines Achszählsystems ausgerüstet ist, generiert nicht automatisch eine Belegmeldung für das betreffende Gleis. Das Vorhandensein des Fahrzeugs wird dem Stellwerk nicht signalisiert. Somit kann die Sperrung des Gleises aufgehoben werden, obwohl sich ein Fahrzeug auf dem Gleis befindet.

In den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften FDV wird die Eingleisung eines Zweiwegefahrzeugs auf einem gesperrten Gleisabschnitt nicht behandelt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 131, 15.05.2018

Die SUST empfiehlt dem BAV, die Frage der Eingleisung von Zweiwegefahrzeugen auf einem gesperrten Gleisabschnitt, der mit einer Gleisfreimeldeeinrichtung in Form eines Achszählsystems ausgerüstet ist, in den Fahrdienstvorschriften FDV zu behandeln.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das BAV ist der Meinung, dass es auf technischer Ebene keine Gewähr dafür gibt, dass ein Zweiwegefahrzeug (Strasse-Schiene) durch die Gleisfreimeldeeinrichtung detektiert wird, sei es mit einem Gleisstromkreis oder mittels Achszählern. Aus diesem Grund ist der Prozess von Rangierbewegungen von besonderen Fahrzeugen in der Fahrdienstvorschrift R 300.4 Kapitel 2.2.4 geregelt. Insbesondere wird erwähnt, dass diese Fahrzeuge nur mit Genehmigung des Fahrdienstleiters eingeleist werden dürfen. Diese Bestimmung gilt in diesem Fall für alle Gleisfreimeldesysteme.

Infolgedessen verzichtet das BAV auf die Umsetzung dieser Sicherheitsempfehlung.

Sicherheitsdefizit

In den Ausführungsbestimmungen zu den Arbeiten wurde erwähnt, dass das Gleis 22 und die Weichen 12 und 13 zwischen 04:15 und 04:25 Uhr für den Betrieb freizugeben und anschliessend von 04:25 bis 05:17 Uhr erneut zu sperren waren. Aus Risikosicht birgt die Wiederinbetriebnahme eines Gleisabschnitts für einen so kurzen Zeitraum während der Arbeiten ein erhöhtes Fehlerrisiko.

Sicherheitshinweis Nr. 9, 15.05.2018

Zielgruppe: SBB, BLS, SOB

Zur Verminderung der Risiken, die mit der Wiederinbetriebnahme eines Gleisabschnitts in Arbeitsbereichen zwecks einer Zugsdurchfahrt verbunden sind, sollten die SBB bei der Arbeitsplanung betriebliche Massnahmen bevorzugen, etwa die Einfahrt des Zuges auf einem anderen als dem gemäss Fahrplan vorgesehenen Gleis, sodass die noch aktiven Überwachungsautomatismen für den Betriebsablauf bestmöglich genutzt werden.

Entlaufen und Kollision einer Rangierbewegung mit einem Prellbock, La Conversion, 23.03.2018

Am 23. März 2018 wurden auf der gesperrten offenen Strecke zwischen Grandvaux und La Conversion in der Nacht Arbeiten zur Beseitigung von Kabelabfällen durchgeführt. Auf der abwärts in Richtung des Bahnhofs von La Conversion führenden Strecke fand gegen 01:34 Uhr eine Rangierbewegung statt. Diese bestand aus einem motorisierten Schienenfahrzeug, an das ein mit Kabelabfällen beladener Anhängewagen gekoppelt war. Die Rangierbewegung entlief und kollidierte schliesslich mit dem Prellbock von Gleis 3 im Bahnhof von La Conversion. Die fünf Personen, die sich auf dem Schienenfahrzeug und dem Anhängewagen befanden, sprangen kurz vor dem Aufprall ab. Eine Person verletzte sich am Bein.

Infolge einer unzureichenden Arbeitsplanung wurden für Rangierbewegungen auf einer gesperrten Strecke das motorisierte Schienenfahrzeug des Typs HiA 95 und ein Anhängewagen ohne Bremse eingesetzt, obwohl die Fahrzeuge für den Einsatz nicht geeignet waren. Das motorisierte Schienenfahrzeug wurde von Mitarbeitenden ohne entsprechende Ausbildung geführt. Bei der Rangierbewegung in Richtung des Bahnhofs von La Conversion reichte die Bremskraft des motorisierten Fahrzeugs nicht aus, um die Schubwirkung des beladenen, ungebremsten Anhängewagens aufzufangen. Der Zug entlief und kam am Prellbock von Gleis 3 im Bahnhof von La Conversion zum Stehen.

Folgende Faktoren trugen zum Unfall bei:

- Die per E-Mail übermittelte Information über den Einsatz des motorisierten Schienenfahrzeugs, die es einer Person ohne Mindestausbildung gemäss Artikel 10 Absatz 2 VTE erlaubte, eine Rangierbewegung auf einer gesperrten Strecke durchzuführen. Die übermittelte Information steht im Widerspruch zu den Bestimmungen der Schweizerischen Fahrdienstvorschriften FDV.
- Der Einsatz eines Fahrzeugs, das für die Durchführung von Rangierbewegungen auf einer gesperrten Strecke ungeeignet und nicht zugelassen ist.
- Der Führer des motorisierten Schienenfahrzeugs besass keine Mindestausbildung zum Führen dieses Fahrzeugtyps und zur Ausführung von Rangierbewegungen.
- Die Schwierigkeiten und Unwägbarkeiten bei der Zuteilung von Fahrzeugen, die zur Wahl des motorisierten Schienenfahrzeugs HiA 95 für die Durchführung dieser Arbeiten führten.
- Der Verzicht auf ein Sicherheitsdispositiv bzw. auf eine Risikoaburteilung für die Nachtarbeiten mit Rangierbewegungen auf einer gesperrten Strecke.

Sicherheitsdefizit

Seit Jahren sind bei den Infrastrukturbetreiberinnen zahlreiche nicht zugelassene Fahrzeuge im Einsatz, die für schienengebundenes Fahren ausgerüstet sind. Diese Fahrzeuge lassen sich nur schwer einer der Dienstfahrzeugkategorien gemäss AB-EBV zuordnen. Der unsachgemässe Einsatz solcher Fahrzeuge kann zu gefährlichen Situationen führen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 136, 16.10.2018

Die SUST empfiehlt dem BAV, die Infrastrukturbetreiberinnen aufzufordern, ein Inventar der nicht zugelassenen Fahrzeuge für schienengebundenes Fahren zu erstellen, die sich gegenwärtig in ihrem Besitz befinden, diese Fahrzeuge zu klassifizieren und anschliessend ein Gesuch für die Zulassung der Fahrzeuge gemäss BAV-Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge (Anhang 4, Dienstfahrzeuge) einzureichen. Allfällige Einschränkungen des Einsatzbereichs sollten in der Zulassung vermerkt sein, und auf dem Fahrzeug sollte eine entsprechende Kennzeichnung angebracht werden.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das BAV ist der Auffassung, dass die Ziffer 57.1 der Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung die harmonisierten europäischen Normen enthalten, die die verschiedenen Fahrzeuge und Maschinen eindeutig definieren. In jedem der verschiedenen Standards wird eine Abbildung des Geltungsbereichs eingefügt.

Nach Artikel 10 Absatz 1 der Eisenbahnverordnung sind die Eisenbahnunternehmen für die vorschriftsgemässe Planung, den vorschriftsgemässen Bau, den sicheren Betrieb und die Instandhaltung der Bauten, Anlagen und Fahrzeuge verantwortlich. Die Verantwortung für die Führung eines Inventars nicht genehmigter Fahrzeuge liegt bei den Infrastrukturbetreibern. Etwaige Zugangseinschränkungen sind in den Betriebsvorschriften aufgeführt.

In Zusammenarbeit mit den Infrastrukturbetreibern wurde beschlossen, die Zweiwegefahrzeuge (Strasse-Schiene) (SN EN 15746-x) und die ausgleisbaren Maschinen (SN EN 15955) mit einer Plakette bzw. einem Aufkleber auszurüsten. Darauf sollten die wichtigsten technischen Daten und Betriebseinschränkungen aufgeführt sein.

Sicherheitsdefizit

Die Errichtung eines Sicherheitsdispositivs für eine lange Periode ist nicht zweckmässig, da sich das Risiko abhängig von der Bauphase, dem Stand der Arbeiten und der Topografie des Baustellenbereichs verändern kann. Die erste Risikobeurteilung, die bei der Erarbeitung des Sicherheitsdispositivs durchgeführt wird, und die daraus abgeleiteten Massnahmen zur Verminderung des Risikos können unter Umständen nicht alle Situationen abdecken, die sich im Verlauf der Arbeiten ergeben.

Sicherheitshinweis Nr. 15, 16.10.2018

Zielgruppe: Infrastrukturbetreiberinnen

Damit sichergestellt werden kann, dass das Sicherheitsdispositiv und die daraus abgeleitete Risikobeurteilung dem tatsächlichen Stand der Arbeiten vor Ort entsprechen, schlägt die SUST vor, dass die Infrastrukturbetreiberinnen die Zweckmässigkeit des Dispositivs regelmässig überprüfen.

Sicherheitsdefizit

Ist die Verfügbarkeit der Fahrzeuge, die für eine sichere Ausführung von Arbeiten erforderlich sind, nicht garantiert, suchen die Mitarbeitenden nach anderen Lösungen, um die vorgegebenen Fristen einzuhalten. Es besteht das latente Risiko, dass die Mitarbeitenden sich für eine nicht angemessene Lösung entscheiden.

Sicherheitshinweis Nr. 16, 16.10.2018

Zielgruppe: Infrastrukturbetreiberin SBB

Die SUST schlägt der Infrastrukturbetreiberin vor, zu überprüfen, ob der im Juli 2017 eingeführte Prozess für die zentralisierte Bewirtschaftung der Fahrzeuge für den Infrastrukturerhalt die Erwartungen in Bezug auf Verfügbarkeit und Flexibilität erfüllt, und den Prozess bei Bedarf anzupassen.

Sicherheitsdefizit

Ohne eine Ausnahmebewilligung des BAV als Aufsichtsbehörde ist das Erstellen von Vorgaben oder Weisungen, die den übergeordneten Vorschriften widersprechen, nicht gestattet. In einer Organisation wie SBB Infrastruktur, die zahlreiche Akteure umfasst, besteht ein latentes Risiko, dass sicherheitsrelevante Vorgaben erlassen werden, ohne dass sie von der nächsthöheren Hierarchiestufe genehmigt werden. Die Abläufe und Zuständigkeiten für den Erlass einer Vorgabe sind im SBB-internen Dokument «Ausführungsbestimmungen zur Lenkung von Vorgaben» (Regelung K 001.0) beschrieben. Allerdings findet sich darin kein Hinweis über die Prüfung und Freigabe einer Vorgabe, die per E-Mail erteilt wird.

Sicherheitshinweis Nr. 17, 16.10.2018

Zielgruppe: Infrastrukturbetreiberin SBB

Die Infrastrukturbetreiberin SBB sollte das Dokument K 001.1 um Bestimmungen über ein Prüf- und Freigabesystem für die Erteilung von Anweisungen ergänzen.

Zwischenbericht, lose Blechverschalung eines Tankcontainers während der Fahrt Claro, 19.09.2018

Am 19. September 2018 löste der Güterzug 42017 auf dem Weg von Köln Eifeltor (D) nach Busto Arsizio (I) nach dem Südportal des Gotthard-Basistunnels (GBT) in Claro (CH) um 04:16 Uhr einen Alarm bei der Profil- und Antennenortungsanlage aus. Der Zug wurde vorschriftsgemäss für eine Kontrolle im Interventionsbahnhof Bellinzona San Paolo angehalten. Der Lokführer stellte bei der Kontrolle fest, dass sich die Blechverschalung eines auf dem 16. Wagen geladenen Tankcontainers gelöst hatte und seitlich in den Gleisbereich ragte. Durch diese über das Lichtraumprofil hinausragende Blechverschalung wurden zwischen Claro und Bellinzona San Paolo über mehrere Kilometer Infrastrukturelemente beschädigt.

Sicherheitsdefizit

Die Verletzung des Lichtraumprofils durch nicht korrekt befestigte oder lose Teile eines Wagens oder dessen Ladung kann zu Gefährdungen führen, die nicht nur Sachschaden, sondern auch Personenschaden verursachen können.

Beispiele:

- Bei einer Zugdurchfahrt im öffentlichen Bereich eines Bahnhofs können Personen durch herausragende Teile verletzt oder getötet werden.
- Andere Züge oder die Infrastruktur können beschädigt werden.
- Lose oder verlorene Teile eines Wagens oder der Ladung können zu einer Entgleisung führen.



Sicherheitsempfehlung Nr. 135, 23.10.2018

Mit Bezug auf die möglichen Faktoren, die zu einer Verletzung des Lichtraumprofils führen können, empfiehlt die SUST dem BAV, eine Risikoabschätzung durchzuführen, auf deren Basis die Notwendigkeit von Sofortmassnahmen geprüft wird bzw. diese festgelegt werden und deren Umsetzung eingeleitet wird. Dabei sollte insbesondere auch abgeklärt werden, ob Tankcontainer der gleichen Bauart, die durch die Schweiz verkehren, vergleichbare Mängel aufweisen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV führt bis Ende 2019 eine Risikoabschätzung durch.

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 2018. Die Unfallraten werden berechnet, indem die absolute Anzahl Unfälle mit der jeweiligen jährlichen Anzahl der Flugbewegungen standardisiert wird (Anzahl Unfälle pro Million Flugbewegungen pro Jahr). Die Anzahl der Flugbewegungen wird durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) erfasst.

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 vorgenom-

men, 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 stark schwanken kann. Die jeweiligen Zeitreihen der Unfallraten verlaufen nahezu parallel zu denjenigen der absoluten Werte. Dies lässt vermuten, dass der Einfluss der zunehmenden Anzahl Flugbewegungen

zumindest bisher keinen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung der absoluten Unfallzahlen gehabt hat, sondern diese durch die Zufallskomponente bestimmt werden. 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 keine Signifikanz.

zahlen zwischen 3 und 7. Drei der vier höchsten Werte wurden in den letzten 4 Jahren registriert. Aus diesem Grund zeigen die linearen Regressionen jeweils eine leichte positive Steigung. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigen, dass die Zunahme im Erwartungswert auf +3.4 % pro Jahr für die Anzahl Unfälle und + 4.7 % für die Unfallrate geschätzt wird. In beiden Fällen ist der Wert jedoch nicht signifikant von Null verschieden ($p = 0.435$ bzw. $p = 0.278$).

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.

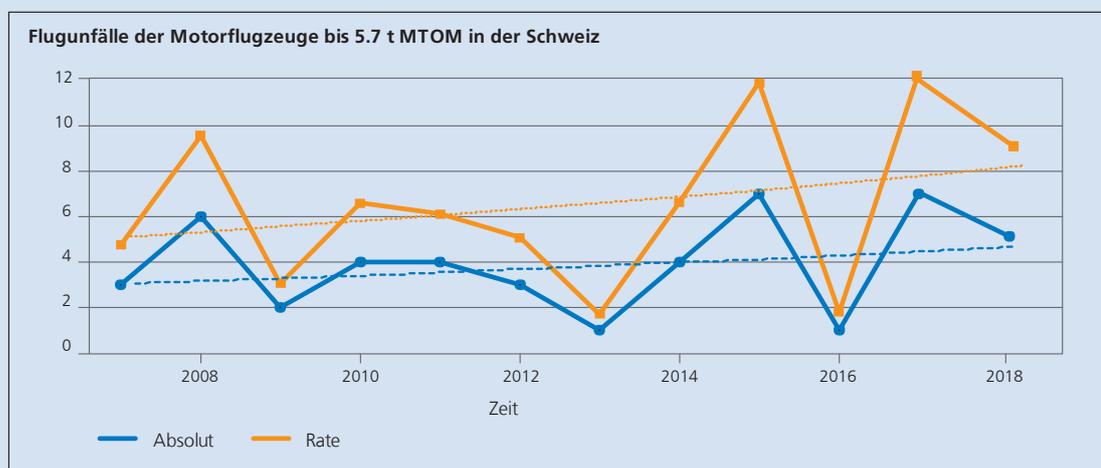
6.1.1 Motorflugzeuge mit einer maximalen Abflugmasse bis 5700 kg

Im Jahr 2018 wurden 5 Flugunfälle in dieser Kategorie verzeichnet. Über die ganze Zeitreihe betrachtet bewegen sich die absoluten Unfall-

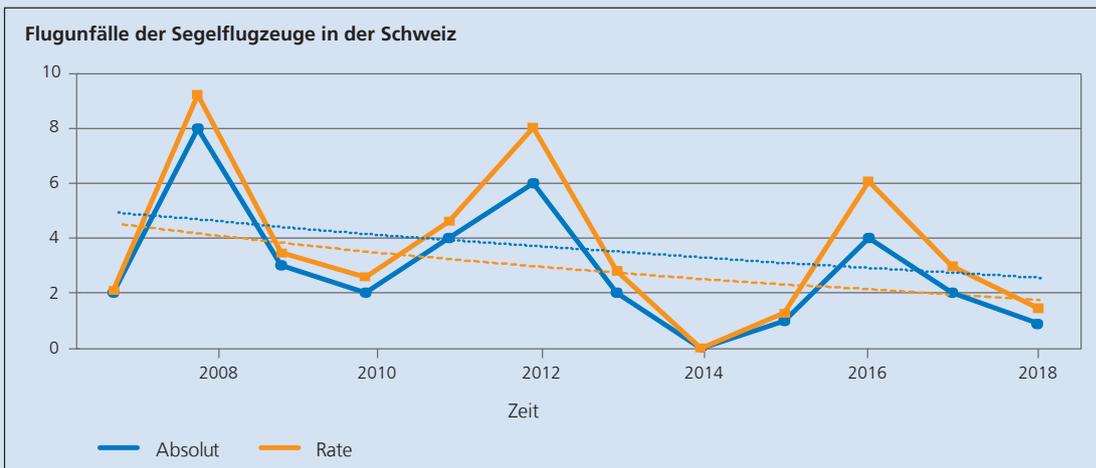
6.1.2 Segelflugzeuge

Im Berichtsjahr wurde 1 Flugunfall in dieser Kategorie verzeichnet, dies ist der zweittiefste seit 2007 registrierte Wert. Über die ganze Zeitreihe betrachtet bewegen sich die absoluten Unfall-

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



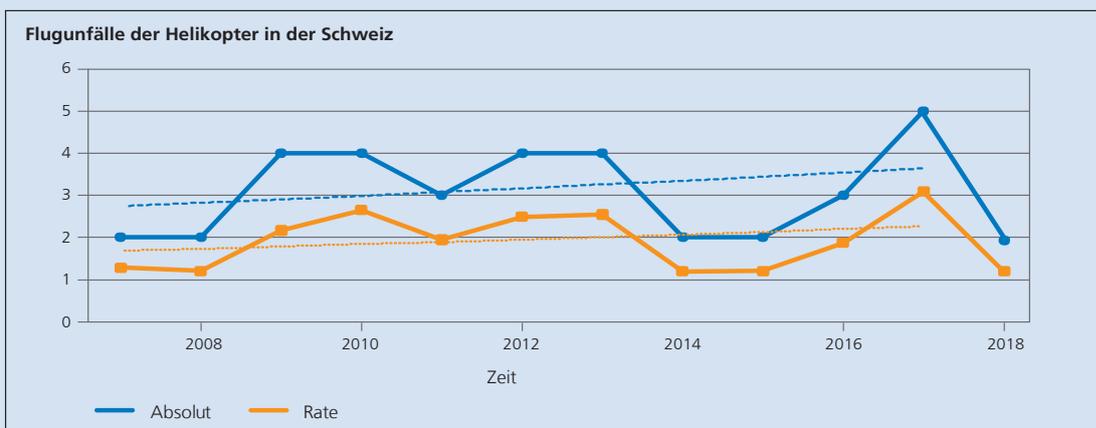
Unfälle (Absolut) / Unfälle pro 100 000 Flugbewegungen (Rate)



zahlen zwischen 0 und 8. Drei der vier tiefsten Werte wurden in den letzten 5 Jahren registriert. Aus diesem Grund zeigen die linearen Regressionen jeweils eine leichte negative Steigung. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigen, dass

die Zunahme im Erwartungswert auf -9.2 % pro Jahr für die Anzahl Unfälle und -6.5 % für die Unfallrate geschätzt wird. In beiden Fällen ist der Wert jedoch nicht signifikant von Null verschieden ($p = 0.056$ bzw. $p = 0.182$).

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



Interessant ist das in beiden Zeitreihen deutlich erkennbare regelmässige Muster, dass Höchstwerte alle vier Jahre auftreten (2008, 2012 und 2016). Eine plausible Erklärung für dieses Muster konnte jedoch nicht gefunden werden.

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.

6.1.3 Helikopter

Im Jahr 2018 wurden 2 Flugunfälle in dieser Kategorie verzeichnet. Dies entspricht dem tiefsten in dieser Periode registrierten Wert. Dieser Tiefstwert wurde auch in den Jahren 2007, 2008, 2014 und 2015 verzeichnet. Über die ganze Zeitreihe betrachtet bewegen sich die absoluten Unfallzahlen zwischen 2 und 5. Anzumerken bleibt, dass im Jahr 2017 drei der fünf Helikopterunfälle eigentliche Arbeitsunfälle waren, bei denen das Luftfahrzeug unbeschädigt blieb und Personen ausserhalb des Helikopters zu Schaden kamen. Die jährlichen Schwankungen sind im Vergleich zu den beiden vorher dargelegten Kategorien eher klein und bewegen sich um einen scheinbaren Mittelwert von 3. Die linearen Regressionen zeigen konsequenterweise nur marginale Steigungen. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigen, dass die Zunahme im Erwartungswert auf +0.8 % pro Jahr für die absolute Anzahl Unfälle und +0.6 % für die Unfallrate geschätzt

wird. In beiden Fällen ist der Wert jedoch nicht signifikant von Null verschieden ($p = 0.868$ bzw. $p = 0.893$).

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.

6.1.4 Motorflugzeuge, Segelflugzeuge und Helikopter total

Bei allen drei Kategorien wurden im Jahr 2018 insgesamt 8 Flugunfälle verzeichnet. Über die ganze Zeitreihe betrachtet bewegen sich die absoluten Unfallzahlen zwischen 6 und 16. Die Überlagerung aller drei Einzelkategorien zeigt eine lineare Regression mit einer leicht negativen Steigung. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigen, dass die Zunahme im Erwartungswert auf -1.2 % pro Jahr für die Anzahl Unfälle geschätzt wird. Der Wert ist jedoch nicht signifikant von Null verschieden ($p = 0.642$). 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.

Unfälle (Absolut)

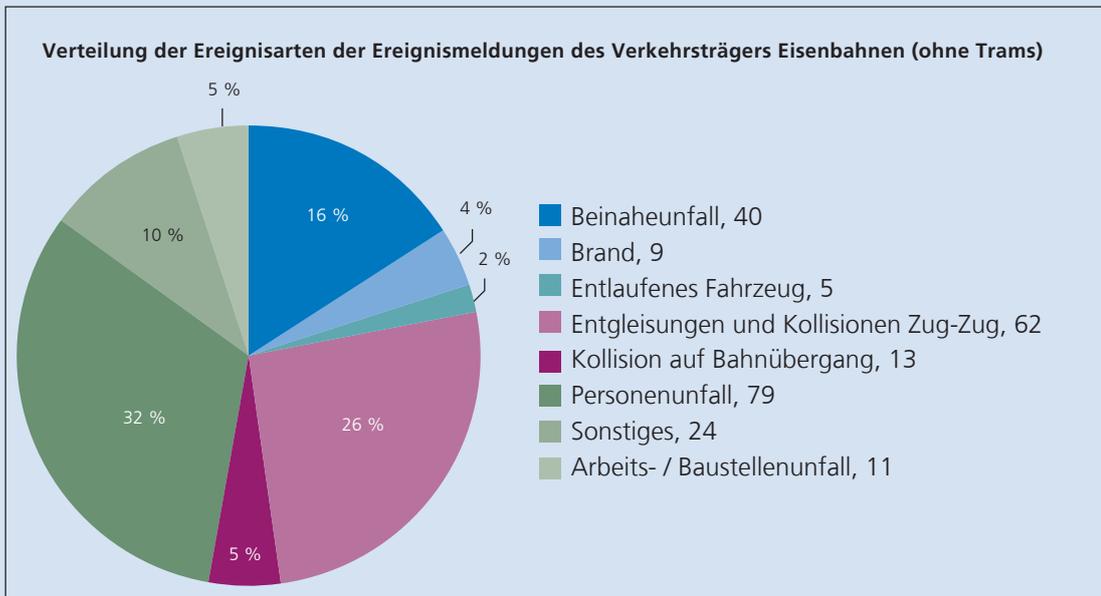


6.2 Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt

Verteilung der Ereignismeldungen, eröffneten Untersuchungen und publizierten Berichte

Verkehrsträger	Meldungen		Untersuchungen		Schlussberichte		Summarische Berichte	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Eisenbahnen	243	79.9 %	13	93 %	14	100 %	18	95 %
Trams	27	8.9 %	0	0 %	0	0 %	1	5 %
Seilbahnen	14	4.6 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Busse	14	4.6 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Binnenschifffahrt	4	1.3 %	1	7 %	0	0 %	0	0 %
Hochseeschifffahrt	2	0.7 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %

89 % der Meldungen betreffen die Eisenbahnen (inkl. Trams). Die restlichen 33 bzw. 11 % der Meldungen betreffen die übrigen Verkehrsträger Seilbahnen, Busse sowie Binnen- und Hochseeschifffahrt. Im Berichtsjahr wurden 13 Untersuchungen die Eisenbahnen und eine Untersuchung die Binnenschifffahrt 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.

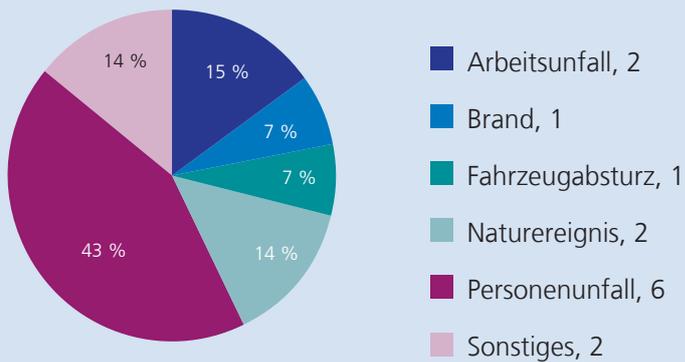


Beim Verkehrsträger Eisenbahnen (ohne Trams) mussten 243 Ereignismeldungen abgeklärt werden. Der überwiegende Anteil waren Personenunfälle, wobei sich in 43 Fällen nachträglich herausstellte, dass es sich um einen Suizid handelte.



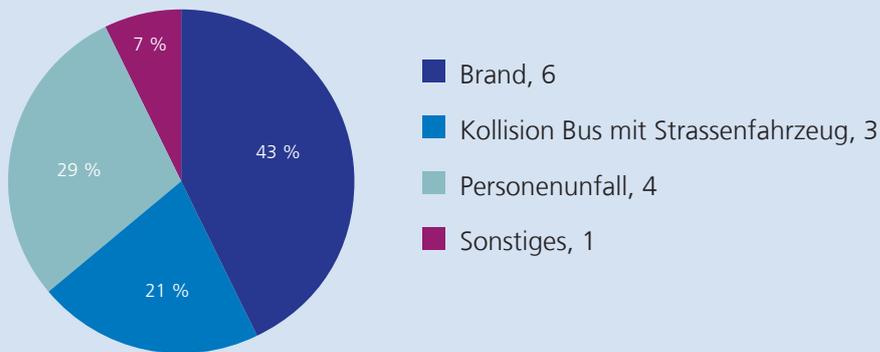
Beim Verkehrsträger Trams umfasst die Mehrzahl der Ereignisse Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern, sei dies ein Fussgänger (Personenunfall) oder ein Strassenfahrzeug. Zu beachten ist, dass Zwischenfälle auf öffentlichen Strassen, die auf eine Verletzung der Strassenverkehrsregeln zurückzuführen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

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Seilbahnen

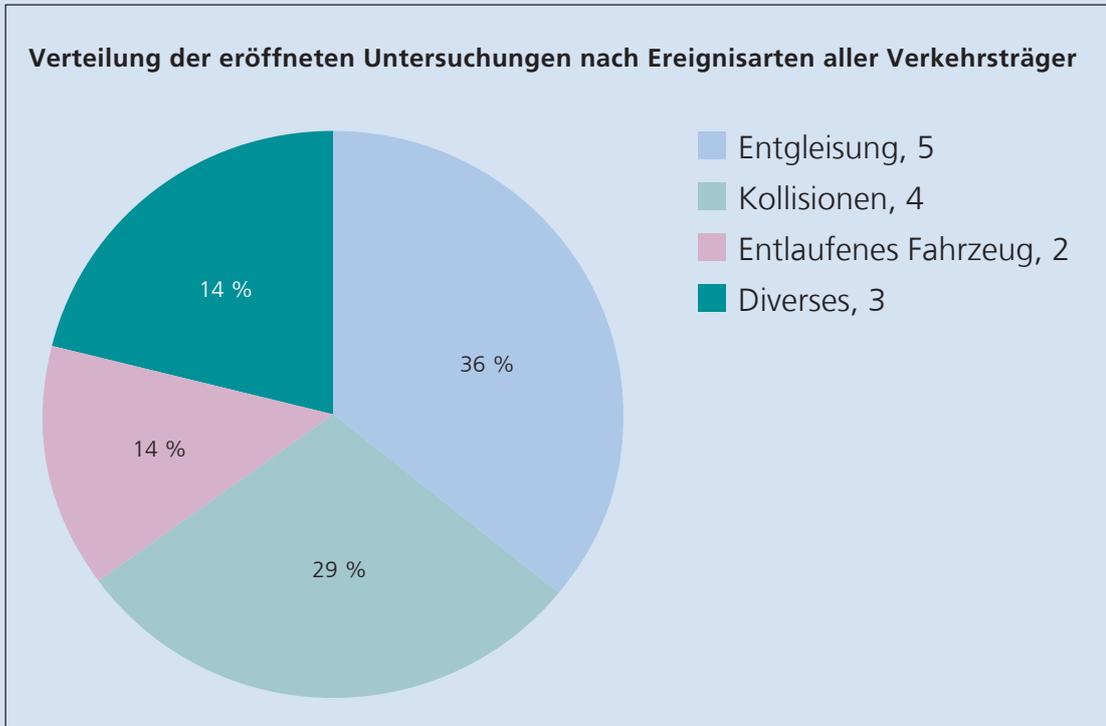


Die Mehrzahl der 14 Ereignismeldungen betrafen bei den Seilbahnen Personenunfälle (6), Arbeitsunfälle (2) und Naturereignisse (2). Personenunfälle sind mehrheitlich Vorkommnisse im Zusammenhang mit dem Ein- und Aussteigen von Fahrzeugen.

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 und Kollision mit Strassenfahrzeugen die Mehrzahl der gemeldeten Ereignisse aus. Bei einem Personenunfall hat sich nachträglich herausgestellt, dass es sich um einen Suizid handelte.



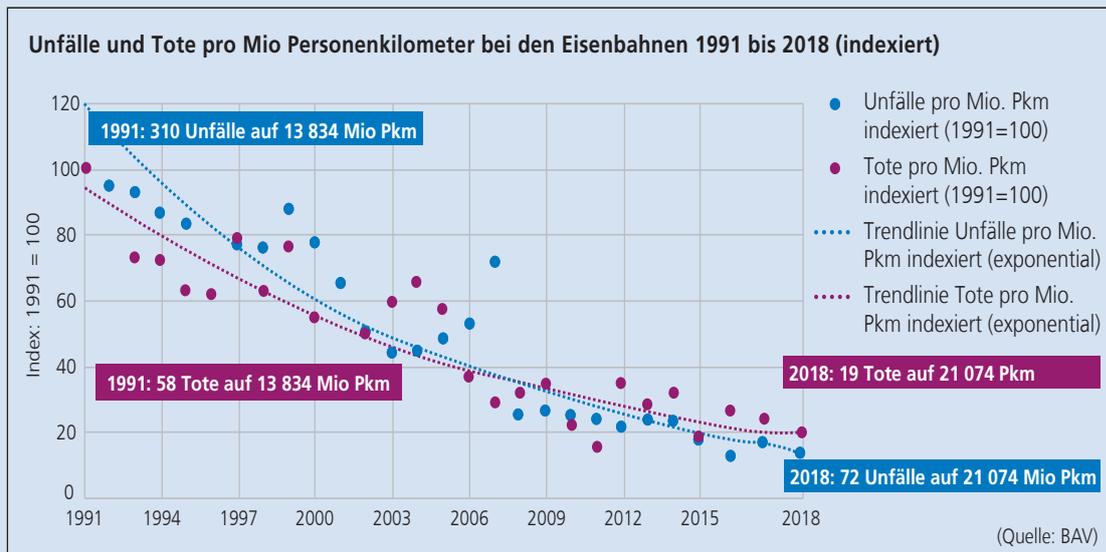
Die Mehrzahl der 14 eröffneten Untersuchungen betreffen Entgleisungen (5) und Kollisionen (4). Unter Diverses werden eine Ladegutverschiebung, eine Unregelmässigkeit mit Gefährdung sowie eine Grundberührung zusammengefasst.

Entwicklung der Unfälle sowie getöteten und schwerverletzten Personen im öffentlichen Verkehr

Verkehrsträger	Unfälle							Getötete							Schwerverletzte						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Eisenbahnen	96	107	107	83	71	84	74	29	23	27	16	22	21	20	37	65	68	43	22	41	25
Trams	54	54	49	35	36	35	37	2	4	6	5	3	2	7	53	45	37	28	30	50	29
Seilbahnen	9	4	8	10	6	5	0	2	1	3	1	0	0	0	5	3	5	9	6	5	0
Busse	67	39	37	49	42	42	65	4	2	4	5	4	7	5	59	34	39	44	37	39	62
Binnenschifffahrt	1	1	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0
Alle Verkehrsträger	227	205	204	178	156	167	177	37	30	40	27	29	30	32	115	148	149	124	97	135	116

Über die letzten sieben Jahre haben die Unfälle sowie die tödlich und schwerverletzten Personen tendenziell abgenommen (Quelle Tabelle: BAV).

Entwicklung der Unfälle und tödlich verletzten Personen bei den Eisenbahnen



Innerhalb der letzten 27 Jahre haben die Unfälle und tödlich verletzten Personen bei den Eisenbahnen auf rund einen Viertel 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, eröffnete, laufende und abgeschlossene Untersuchungen

Luftfahrt						
Jahr	Anzahl Meldungen	Eöffnete Untersuchungen	Abgeschlossene Untersuchungen			Laufende Untersuchungen
			total:	mit Schlussbericht:	mit summarischem Bericht:	
2018	1556	119	83	23 ¹	53	156
2017	1259	86	93	30	48	111
2016	1219	92	58	28 ²	31	142
2015	1260	86	33	33	n.e.	n. e.

Schlussberichte, Zwischenberichte und Studien

Nummer	Kennzeichen	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2269	HB-JHB	21.11.2014	Zürich Flughafen	504	3
2283	HB-WAS	27.04.2015	Zweisimmen Flugplatz		11, 12
2290	HB-KDF	18.07.2015	Münster Flugplatz		
2312	HB-AEO	07.12.2015	Bern Flughafen	532	17
2319	HB-ZGO	06.04.2016	Worb		18
2320	HB-XSL	09.06.2016	Heimenschwand		
2321	HB-JHR (EDW3A) / D-KOWC	25.08.2016	Zürich Flughafen		
2322	HB-OPL	24.04.2017	Langenthal Flugplatz		
2323	HB-YLO	24.08.2016	Bad Ragaz Flugplatz		
2324	HB-XVM	13.10.2017	Tesserete	540	
2325	OO-VLF (VLM22TX) / OK-ELL	21.04.2016	Friedrichshafen Airport	541	
2329	HB-PGF	22.10.2016	Lenzerheide		
2330	HB-HFH	13.10.2015	Neuchâtel Aérodrome		
2333	HB-SEW	17.03.2017	St. Gallen-Altenrhein Flughafen		

¹ Inklusive einem Zwischenbericht

² Inklusive einem Zwischenbericht

Nummer	Kennzeichen	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2334	HB-ZOK / HB-SRC	12.08.2016	Bern Flughafen	542	
2335	HB-ZRW	23.06.2016	Wasserauen		
2336	I-NIBO	12.08.2017	Gaggiolo / Stabio		
2337	HB-2370	13.08.2017	Villarvolard		
2340	D-EPPW	12.09.2017	oberhalb Braunwald		
2341	HB-PPY	26.06.2016	Grenchen Flugplatz		
2342	HB-IZW	10.12.2015	Billund Airport		
2344	HB-KFK	15.07.2017	Bern Flughafen	544	22
ZB	HB-HOT	04.08.2018	Piz Segnas	548	25

Summarische Berichte

Kennzeichen	Ereignisdatum	Ort	Kurzbeschreibung des Ereignisses
N184KP	25.08.2018	Grenchen Flugplatz (LSZG)	Verlassen der Piste
HB-YLP	16.08.2018	Lommis Flugplatz (LSZT)	Schaden nach hartem Bodenkontakt
D-KRID	05.08.2018	Schaffhausen Flugplatz (LSPF)	Landeunfall
N4927	19.07.2018	Lugano-Agno Aeroporto (LSZA)	Gepäcktüre verloren
HB-3214	14.07.2018	Bellechasse Segelfluggeld (LSTB)	Aufprall eines Segelflugzeuges nach Öffnung der Kabinenhaube
D-KAHZ / HB-JWA	22.06.2018	Zürich Flughafen (LSZH)	Luftraumverletzung mit Airprox
D-KBBZ	19.06.2018	Zürich Flughafen (LSZH)	Gefährdung des Anfluges auf Piste 14 des Flughafens Zürich
HB-KOU	17.05.2018	Biel	Fastkollision
HB-CNK	13.05.2018	Paltano, Val Bedretto	Unfall im Gelände
HB-PMN	27.04.2018	Bec de Nendaz (LSYD)	Kontrollverlust nach Landung
HB-HFJ / D-9820	15.04.2018	Schänis (LSZX)	Schleppseilberührung nach dem Ausklinken
HB-IOC / HB-QPY	15.04.2018	Sullens	Fastkollision
HB-1629	14.04.2018	Grenchen Flugplatz (LSZG)	Fastkollision bei der Landung
HB-2070	14.04.2018	St. Gallen-Altenrhein Flughafen (LSZR)	Landung vor der Piste
F-JBRG	14.04.2018	Buttwil Flugplatz (LSZU)	Harte Landung
HB-KAW	07.04.2018	Sion Aéroport (LSGS)	Schleppflug mit beschädigtem Flugzeug

Kennzeichen	Ereignisdatum	Ort	Kurzbeschreibung des Ereignisses
HB-1784 / D-EAIO / HB-LEM	07.04.2018	Steinhausen	Airprox
HB-SDL	02.04.2018	La Côte Aérodrome (LSGP)	Kollision mit Hindernis beim Rollen
HB-PHD	23.03.2018	Zürich Flughafen (LSZH)	Durch Jetblast angehobenes Flugzeug
HB-DVZ	05.03.2018	Wangen-Lachen (LSPV)	Überrollen der Piste
HB-ODH / HB-EDB	04.03.2018	Sarnen	Fastkollision
EC-KES	02.03.2018	Bern Flughafen (LSZB)	Seitliches Abkommen von der Piste
HB-SGT	31.01.2018	Birrfeld Flugplatz (LSZF)	Landung mit Bodenkontakt des Propellers
HB-PKR	27.10.2017	Lausanne La Blécherette Aéroport (LSGL)	Notlandung
HB-KLM	26.10.2017	Schwarzsee	Triebwerksausfall
HB-TDD	13.10.2017	Wangen-Lachen Flugplatz (LSPV)	Landeunfall
I-FVAB	08.10.2017	Zürich Flughafen (LSZH)	Rauch im Cockpit
G-IIMI	04.10.2017	Bex Aérodrome (LSGB)	Landeunfall
HB-SAW	29.08.2017	Genève Aéroport (LSGG)	Kollision mit Tankstelle
N68061	23.08.2017	Audincourt, Frankreich	Verlust des Kabinendruckes
HB-1593	10.07.2017	Münster Flugplatz (LSPU)	Landeunfall
HB-PAT	16.06.2017	Gruyère	Motorausfall
HB-LEM / HB-KHR	15.06.2017	Zürich Flughafen (LSZH)	Zusammenstoss auf Rollfeld
HB-3144	10.06.2017	Buochs Flugplatz (LSZC)	Fehllandung
HB-SVB	10.06.2017	Bad Ragaz Flugplatz (LSZE)	Notlandung
HB-SRA	10.06.2017	Bern Flughafen (LSZB)	Landeunfall
HB-JYK	30.05.2017	Thessaloniki / Greece	Rauch im Cockpit
F-PAUR	11.04.2017	Bressaucourt Aérodrome (LSZQ)	Motorausfall
HB-DIA	27.03.2017	Speck-Fehraltorf Flugplatz (LSZK)	Überrollen der Piste
HB-FKL / A-108	23.03.2017	Sitterdorf Flugplatz (LSZV)	Airprox Zivil - Militär
YU-BST	19.12.2016	Sion Aéroport (LSGS)	Fastkollision mit Drohne
F-GRHS	07.11.2016	Genève Aéroport (LSGG)	technisches Problem
HB-IYR	24.10.2016	Zürich Flughafen (LSZH)	Ölgeruch im Cockpit
HB-ZLB	13.09.2016	Botterens	Motorausfall
HB-IYT	21.07.2016	Flughafen Luxemburg (ELLX)	Harte Landung
HB-HOP	16.07.2016	Pfiffegg / SZ	Airprox

Kennzeichen	Ereignisdatum	Ort	Kurzbeschreibung des Ereignisses
N1218F	09.06.2016	Payerne Aérodrome (LSMP)	Kollision mit Hindernis beim Rollen
EC-LQF	09.04.2016	Genève Aéroport (LSGG)	Notlandung nach Triebwerkausfall
D-AJOY	12.03.2016	Genève Aéroport (LSGG)	technisches Problem
G-EZAY	08.03.2016	Genève Aéroport (LSGG)	technisches Problem
D-ACNP	10.12.2015	Genève Aéroport (LSGG)	Rauch im Cockpit
G-EUPJ	24.07.2015	Zürich Flughafen (LSZH), nord-westlich	Rauch im Cockpit
D-ABJB	12.04.2015	Zürich Flughafen (LSZH)	Rauch im Cockpit

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:	
2018	304	14	32	14 ³	17	33
2017	376	25	38	27	12	50
2016	332	64	39	14 ⁴	26	79
2015	296	87	31	20 ⁵	13	n. e.

Schlussberichte

Reg.-Nr.	Verkehrsmittel	Art des Unfalls	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2014030301	Eisenbahn	Entgleisung	03.03.2014	Neyruz	133	
2015031801	Eisenbahn	Kollision Zug-Rangierbewegung	18.03.2015	Immensee	134	13, 14
2015082102	Eisenbahn	Entgleisung	21.08.2015	Realp		
2015091801	Eisenbahn	Kollision Rangierbewegung mit Hindernis	18.09.2015	Zürich Vorbahnhof	109	
2015111201	Eisenbahn	Zugsgefährdung	12.11.2015	Trois-Villes		
2016051802	Eisenbahn	Entlaufenes Fahrzeug	18.05.2016	Widnau		10, 11, 12
2016080801	Eisenbahn	Brand im Maschinenraum einer Lokomotive	08.08.2016	Hohtenn	132	
2017020701	Eisenbahn	Kollision Zug mit Hindernis	07.02.2017	Winterthur		
2017071301	Eisenbahn	Kollision Rangierbewegung mit Hindernis	13.07.2017	Samstagern	137	18
2017072701	Eisenbahn	Ruptures essieux	27.07.2017	Les Brenets II	(128)*	

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

³ Inklusiv einem Zwischenbericht

⁴ Inklusiv einem Zwischenbericht

⁵ Inklusiv zwei Zwischenberichten

Reg.-Nr.	Verkehrsmittel	Art des Unfalls	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2017111401	Eisenbahn	Kollision	14.11.2017	Vevey	131	9
2018030601	Eisenbahn	Kollision	06.03.2018	Rivaz		
2018032301	Eisenbahn	Entlaufenes Fahrzeug	23.03.2018	La Conversion	136	15, 16, 17
2018091903_ZB	Eisenbahn	Unregelmässigkeit mit Gefährdung	19.09.2018	Claro	135	

Summarische Berichte

Reg.-Nr.	Verkehrsmittel	Art des Unfalls	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2014102302	Eisenbahn	Kollision	23.10.2014	St. Maurice	109	
2014112402	Eisenbahn	Kollision	24.11.2014	Bern	109	
2015031301	Eisenbahn	Kollision Zug-Rangierbewegung	13.03.2015	Basel	109	
2015051301	Eisenbahn	Kollision	13.05.2015	Erstfeld		
2015111701	Eisenbahn	Kollision Rangierbewegung mit Hindernis	17.11.2015	Dietikon	109	
2015121802	Eisenbahn	Entgleisung	18.12.2015	Faido, Piano-tondo		
2016030101	Eisenbahn	Entgleisung einer Rangierbewegung	01.03.2016	Huttwil	109	
2016122001	Tram	Kollision Tram-Tram	20.12.2016	Zürich, Kreuzplatz		
2017042901	Eisenbahn	Kollision Rangierbewegung - Rangierbewegung	29.04.2017	Chiasso	109	
2017083102	Eisenbahn	Streifkollision	31.08.2017	Bern	109	
2017090101	Eisenbahn	Entgleisung Kesselwagen	01.09.2017	Brig		
2017100202	Eisenbahn	Kollision Rangierbewegung	02.10.2017	Zofingen		
2017112203	Eisenbahn	Entgleisung Rangierbewegung	22.11.2017	Luzern		
2018061502	Eisenbahn	Entgleisung Bauzug	15.06.2018	Winterthur		
2018062501	Eisenbahn	Entgleisung Zug oder Tram	25.06.2018	Untervaz (GR)		
2018071103	Eisenbahn	Ladeverschiebung	11.07.2018	Castione-Arbedo (TI)		
2018090401	Eisenbahn	Kollision auf gesichertem Bahnübergang	04.09.2018	Châtel-Saint-Denis		

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 getötete 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 getötete Personen	54
3.2 Zusammenfassung der Unfalldaten der Berichtsperiode 2017 / 2018	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 Freiball-Lonen 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 getötete Personen

Jahr	Bestand Luftfahrzeuge ⁶	Flugstunden ⁶	Flugpersonal-Ausweise ⁶	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 ⁷		
2006	3822	715 572	15 368	27	31	58	10	7	68	10
2007	3813	766 557	15 076	23	20	43	4	6	47	12
2008	3765	784 548	14 691	28	19	47	5	6	52	11
2009	3685	842 017	14 973	26	17	43	4	3	47	5
2010	3705	793 592	15 313	21	16	37	8	4	45	8
2011	3709	873 548	12 855 ⁸	21	24	46	13	8	59	13
2012	3657	875 708	12 840	22	20	42	23	10	65	22
2013	3620	933 752	11 871	28	16	44	20	11	64	15
2014	3556	919 987	11 563	18	28	46	13	5	59	8
2015	3494	865 404	11 536	29	24	53	22	4	75	12
2016	3414	849 373	12 264	21	16	37	46	16	83	5
2017	3333	850 525	12 101	25	22	47	32	8	79	18
2018	3284	872 408	12 027	16	15	31	68	28	99	36

⁶ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

⁷ Inklusive Airprox mit ausländisch immatrikulierten Luftfahrzeugen

⁸ 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 ⁹	Flugstunden ⁹	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 ¹⁰		
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

⁹ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

¹⁰ Inklusive Airprox mit ausländisch immatrikulierten Luftfahrzeugen

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

Jahr	Bestand Luftfahrzeuge ¹¹	Flugstunden ¹¹	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 ¹²		
2006	3574	281 522	26	31	57	2	0	59	10
2007	3553	373 189	20	20	40	4	1	44	11
2008	3480	398 862	27	19	46	2	1	48	11
2009	3392	447 962	26	17	43	0	0	43	5
2010	3402	374 269	21	16	37	2	1	39	8
2011	3410	415 323	22	24	46	3	0	49	13
2012	3363	399 922	22	20	42	12	3	54	22
2013	3330	392 926	27	16	43	9	3	52	15
2014	3272	436 314	17	28	45	6	2	51	8
2015	3210	399 318	28	24	52	11	3	63	12
2016	3135	377 723	21	16	37	29	7	66	5
2017	3079	368 390	25	22	47	26	6	73	18
2018	3022	374 743	15	15	30	51	18	81	16

¹¹ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

¹² 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 2017 / 2018

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	
	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017
Total	90	70	9	14	81	56	9	9	3	2	6	7	25	15	1	2	24	11
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	46	48	3	7	43	41	2	5	2	1	0	4	11	5	1	1	10	4
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	2	1	0	0	2	1	1	1	0	1	1	0	4	0	0	0	4	0
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	14	3	1	0	13	3	4	3	0	0	4	3	5	7	0	0	5	7
Helikopter	16	11	2	5	14	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorsegler und Segelflugzeuge	10	7	3	2	7	5	1	0	0	0	1	0	3	1	0	1	3	0
Freiballone und Luftschiffe	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Ultraleicht	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0

3.2.2 Luftfahrzeugbestand und Unfälle / schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge

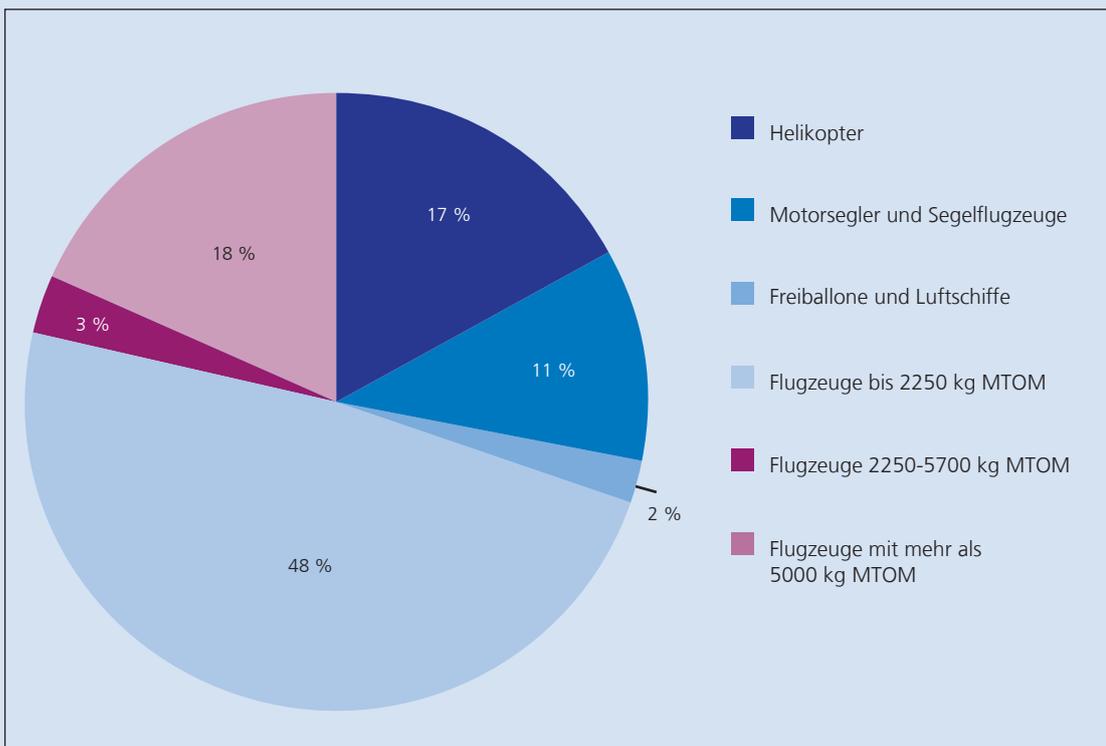
	Bestand Luftfahrzeuge ¹³ (01.01.2019)		Total Unfälle / schwere Vorfälle	
	2018	2017	2018	2017
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	1359	1358	49	53
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	162	174	3	2
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	262	254	18	6
Helikopter	335	335	16	11
Motorsegler und Segelflugzeuge	845	874	11	7
Freiballone und Luftschiffe	332	338	2	0
Ultraleicht ¹⁴	0	0	0	0
Total	3284	3333	99	79

¹³ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

¹⁴ Der Bestand der Ultraleichtflugzeuge wird nicht separat erhoben.

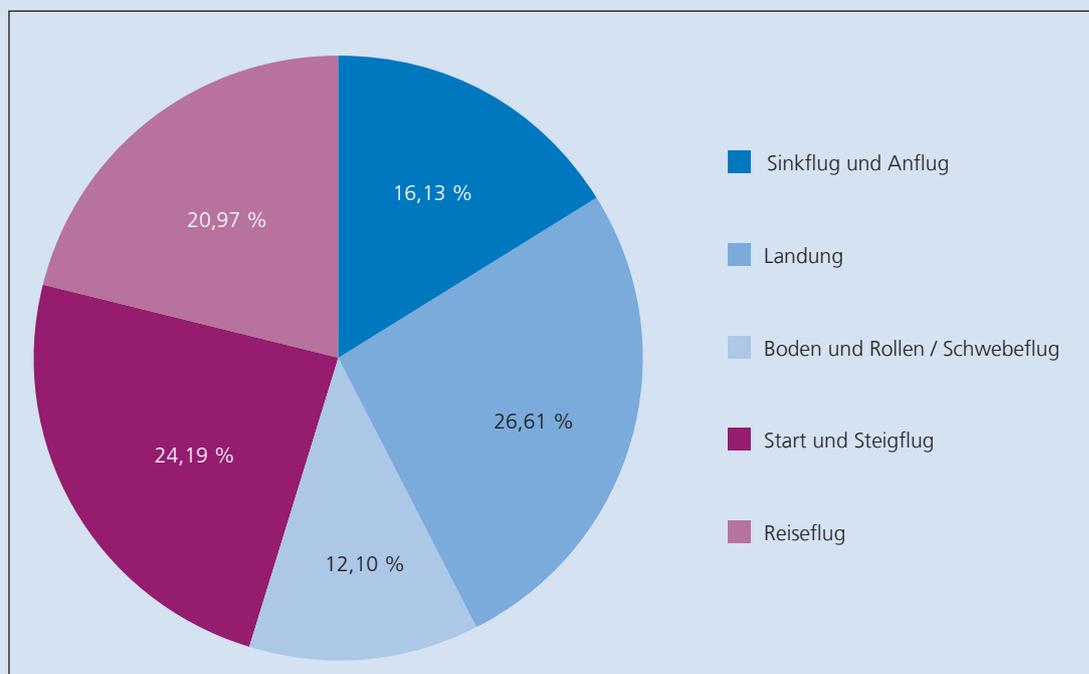
3.2.3 Unfälle und schwere Vorfälle nach Luftfahrzeugart schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge

	2018	2017
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	48 %	67 %
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	3 %	3 %
Flugzeuge über 5700 kg MTOM	18 %	8 %
Helikopter	17 %	14 %
Motorsegler und Segelflugzeuge	11 %	9 %
Freiballone und Luftschiffe	2 %	0 %



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	
	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	12	10	10	16	12	6	8	8	17	21	59	61
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	0	0	2	1	1	1	2	0	3	1	8	3
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	1	0	7	4	7	3	8	5	0	1	23	13
Helikopter	0	1	9	4	3	3	1	2	3	1	16	11
Motorsegler und Segelflugzeuge	1	0	2	1	3	3	1	0	7	4	14	8
Freiballone und Luftschiffe	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0
Ultraleicht	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Total	15	11	30	26	26	16	20	15	33	28	124	96



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	
	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017
Unfälle / schw. Vorfälle	90	70	46	48	2	1	14	3	16	11	10	7	2	0	0	0
Tödlich verletzte Personen	31	11	8	8	0	0	20	0	1	1	2	2	0	0	0	0
Besatzung	8	7	2	4	0	0	3	0	1	1	2	2	0	0	0	0
Fluggäste	23	4	6	4	0	0	17	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	3	11	1	6	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
Besatzung	3	5	1	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Fluggäste	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	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	
	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017
Unfälle / schw. Vorfälle	9	9	2	5	1	1	4	3	1	0	1	0	0	0	0	0
Tödlich verletzte Personen	7	7	3	2	0	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Besatzung	6	2	2	1	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Fluggäste	1	4	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erheblich verletzte Personen	0	0	0	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	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	
	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017
Unfälle / schw. Vorfälle	25	15	11	5	4	1	5	7	0	1	3	1	1	0	1	0
Tödlich verletzte Personen	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Besatzung	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluggäste	1	1	1	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	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Besatzung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluggäste	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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 Exposition¹⁵ 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. 996/2010¹⁶ 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

¹⁵ Das Ausgesetztsein (engl. exposure). Hier entspricht dies der Anzahl Flugbewegungen.

¹⁶ 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 BaselMulhouse-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 $t=2007, \dots, 2018$, 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 (Graphiken in Kapitel 6)

Motorflugzeuge mit Abflugmasse bis 5700 kg:

Jahr	Anzahl Flugbewegungen	Anzahl Unfälle	Berechnete Unfallrate	Berechneter Erwartungswert Anzahl Unfälle	Berechneter Erwartungswert Unfallrate
2007	629 846	3	4.7631	3.2432	5.0226
2008	627 770	6	9.5576	3.3524	5.2598
2009	651 746	2	3.0687	3.4653	5.5082
2010	607 227	4	6.5873	3.5820	5.7684
2011	654 074	4	6.1155	3.7026	6.0408
2012	591 434	3	5.0724	3.8273	6.3262
2013	579 790	1	1.7248	3.9562	6.6249
2014	603 165	4	6.6317	4.0894	6.9378
2015	589 493	7	11.8746	4.2271	7.2655
2016	552 385	1	1.8103	4.3694	7.6087
2017	570 367	7	12.2728	4.5165	7.9680
2018	562 397	5	8.8905	4.6686	8.3444

Segelflugzeuge:

Jahr	Anzahl Flugbewegungen	Anzahl Unfälle	Berechnete Unfallrate	Berechneter Erwartungswert Anzahl Unfälle	Berechneter Erwartungswert Unfallrate
2007	95 132	2	2.1023	4.7010	5.1545
2008	86 438	8	9.2552	4.2671	4.8190
2009	86 444	3	3.4705	3.8733	4.5054
2010	77 286	2	2.5878	3.5158	4.2121
2011	86 634	4	4.6171	3.1913	3.9380
2012	74 474	6	8.0565	2.8968	3.6817
2013	71 066	2	2.8143	2.6295	3.4421
2014	79 487	0	0.0000	2.3868	3.2180
2015	78 136	1	1.2798	2.1665	3.0086
2016	65 755	4	6.0832	1.9666	2.8128
2017	67 121	2	2.9797	1.7851	2.6297
2018	67 439	1	1.4828	1.6203	2.4585

Helikopter:

Jahr	Anzahl Flugbewegungen	Anzahl Unfälle	Berechnete Unfallrate	Berechneter Erwartungswert Anzahl Unfälle	Berechneter Erwartungswert Unfallrate
2007	155 579	2	1.2855	2.9505	1.8271
2008	166 628	2	1.2003	2.9740	1.8388
2009	184 304	4	2.1703	2.9977	1.8506
2010	150 751	4	2.6534	3.0216	1.8624
2011	153 923	3	1.9490	3.0457	1.8744
2012	160 267	4	2.4958	3.0700	1.8864
2013	156 857	4	2.5501	3.0944	1.8985
2014	167 358	2	1.1950	3.1191	1.9106
2015	166 314	2	1.2025	3.1440	1.9229
2016	159 764	3	1.8778	3.1690	1.9352
2017	161 411	5	3.0977	3.1943	1.9476
2018	171 325	2	1.1674	3.2197	1.9601

Alle Kategorien:

Jahr	Anzahl Flugbewegungen	Anzahl Unfälle	Berechnete Unfallrate	Berechneter Erwartungswert Anzahl Unfälle	Berechneter Erwartungswert Unfallrate
2007	n. e.	7	10.6038	n. e.	n. e.
2008	n. e.	16	10.4736	n. e.	n. e.
2009	n. e.	9	10.3451	n. e.	n. e.
2010	n. e.	10	10.2182	n. e.	n. e.
2011	n. e.	11	10.0928	n. e.	n. e.
2012	n. e.	13	9.9690	n. e.	n. e.
2013	n. e.	7	9.8467	n. e.	n. e.
2014	n. e.	6	9.7259	n. e.	n. e.
2015	n. e.	10	9.6066	n. e.	n. e.
2016	n. e.	8	9.4887	n. e.	n. e.
2017	n. e.	14	9.3723	n. e.	n. e.
2018	n. e.	8	9.2573	n. e.	n. e.



Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

3003 Bern

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

www.sust.admin.ch