

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

Jahresbericht 2017



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

Impressum

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

Postadresse: 3003 Bern

Tel. +41 58 466 33 00

Fax +41 58 466 33 01

www.sust.admin.ch

Bilder Fotolia

Auflage 2000

Erscheint in deutscher, französischer, italienischer und englischer Sprache

6/2018

Inhalt

1	Editorial	4
2	Management Summary	6
3	Kommission	8
	3.1 Personelles und Organisatorisches	8
	3.2 Finanzen	9
4	Untersuchungsdienst	11
	4.1 Übersicht über die Untersuchungsergebnisse	11
	4.2 Übersicht nach Verkehrsträger	12
5	Sicherheitsempfehlungen und -hinweise	14
	5.1 Allgemeines	14
	5.2 Luftfahrt	16
	5.3 Eisenbahnen	25
	5.4 Seilbahnen	34
	5.5 Busse	35
6	Analyse	37
	6.1 Luftfahrt	37
	6.2 Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt	41
Anhang		
	Anhang 1: Verzeichnis der im Jahre 2017 publizierten Schlussberichte, Zwischenberichte und Studien bezüglich der Luftfahrt	48
	Anhang 2: Verzeichnis der im Jahre 2017 publizierten Schlussberichte und Zwischenberichte bezüglich Eisenbahnen, Seilbahnen und der Binnenschifffahrt	49
	Anhang 3: Statistische Angaben zu Zwischenfällen in der Luftfahrt	50
	Anhang 4: Methode und konzeptionelle Überlegungen für die Auswertung der statistischen Daten der Luftfahrt	64

1 Editorial



Alles tun, geht nicht. Umso wichtiger ist, das Richtige zu tun.

1635 Meldungen über Unfälle und schwere Vorfälle beim Betrieb der Eisen- und Seilbahnen, der öV-Busse, in der Aviatik sowie der Binnen- und der Hochseeschifffahrt sind 2017 beim Untersuchungsdienst der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST eingegangen. In 111 Fällen wurden vertiefte Untersuchungshandlungen eingeleitet. Dies bedeutet, dass nur etwa in einem von fünfzehn Fällen ein genügendes Potential an präventiver Wirkung durch weitere Untersuchungen erkannt werden konnte.

Dem Entscheid, nach einer ersten Analyse der Fakten eine vertiefte Untersuchung einzuleiten oder den Fall zu den Akten zu legen, kommt zentrale Bedeutung zu. Solche Entscheide müssen die Mitarbeiter des Untersuchungsdienstes mehrmals täglich treffen. Eine falsche Entscheidung kann weitgehende Folgen haben. Im weniger schlimmen Fall werden ungebührlich viele

Ressourcen in Untersuchungshandlungen gesteckt. Viel folgenreicher kann es aber sein, die Chance verpasst zu haben, aus den Umständen eines Ereignisses zu lernen und dieses Wissen wieder in die Branche zu spiegeln. Dies kann bedeuten, dass durch die falsche Entscheidung ein zukünftiger Unfall nicht verhindert wird.

Der Untersuchungsdienst trägt folglich eine hohe Verantwortung. Er verfügt dafür über ein Team von fachkundigen und sehr erfahrenen Mitarbeitern, das unbeeinflusst durch äussere Einflüsse zu einem Urteil kommt; faktenbasiert, aber letztlich auch nach bestem Wissen und Gewissen jedes Einzelnen. Dies geht nur in einer unabhängigen Organisation, wie sie die SUST darstellt, mit Rahmenbedingungen, welche die Arbeit der Untersuchungsleiter unterstützen.

Es ist Aufgabe der Ausserparlamentarischen Kommission der SUST, diese Rahmenbedingungen immer wieder zu überprüfen und soweit möglich und nötig anzupassen. Handlungsbe-

darf bestand bei der Weiterentwicklung der Organisation im Zusammenhang mit dem Zusammenschluss der ehemals getrennt operierenden Untersuchungsstellen in der Aviatik, des öffentlichen Verkehrs und der Hochseeschifffahrt. Der Fokus lag darauf, den besonderen Verantwortlichkeiten der Funktionsträger in einer unabhängigen Organisation besser Rechnung zu tragen und dadurch die Governance zu stärken. Die entsprechenden Schritte wurden eingeleitet, indem die Funktionen des Leiters Untersuchungsdienst und des Bereichsleiters entkoppelt wurden.

Der Untersuchungsdienst der SUST verfügt damit über eine zukunftsfähige Führungsstruktur mit noch klareren Rollenzuteilungen und geschärften Verantwortlichkeiten. Wir sind überzeugt, dass dadurch eine günstige Ausgangslage geschaffen wurde, damit der Untersuchungsdienst bei Ereignismeldungen auch in Zukunft Entscheidungen von hoher Qualität trifft und damit das Richtige tut, um schliesslich mit professionellen Sicherheitsuntersuchungen einen wichtigen Beitrag an die Verkehrssicherheit zu liefern.

*Pieter Zeilstra
Präsident der ausserparlamentarischen
Kommission*

2 Management Summary



Im Jahr 2017 trafen bei der SUST gesamthaft 1635 Meldungen über Unfälle und gefährliche Ereignisse ein. Eine Analyse dieser Meldungen führte zur Eröffnung von 111 Sicherheitsuntersuchungen. Es konnten 60 Untersuchungen von Unfällen und schweren Vorfällen und weitere 71 summarische Untersuchungen von Ereignissen mit geringerer Tragweite durchgeführt werden. Im Rahmen ihrer Untersuchungen sprach die SUST im Jahr 2017 insgesamt 38 Sicherheitsempfehlungen und 8 Sicherheitshinweise aus.

Das Berichtsjahr zeichnete sich durch eine durchschnittliche Anzahl von Unfällen und Gefährdungssituationen im Bereich des öffentlichen Verkehrs und der Luftfahrt aus. Bei den Unfällen von Luftfahrzeugen mit einer höchstzulässigen Abflugmasse von weniger als 5700 kg kamen überdurchschnittlich viele Menschen zu Schaden.

Im Bereich der Motorflugzeuge mit einer Abflugmasse bis zu 5700 kg und der Helikopter vergrößerten sich 2017 die Unfallraten, wenn auch nicht signifikant. Bei den Segelflugzeugen war eine nicht signifikante Abnahme der Unfallrate zu verzeichnen. Wie in den Vorjahren traten auch 2017 gefährliche Annäherungen zwischen bemannten und unbemannten Luftfahrzeugen (Drohnen) auf.

Im öffentlichen Verkehr erhöhte sich die Anzahl der Unfälle gegenüber dem Vorjahr von 156 auf 167. Der Anstieg fand bei den Eisenbahnen statt. Bei den übrigen Verkehrsträgern blieb die Anzahl Unfälle ungefähr gleich. Die Anzahl der getöteten Personen blieb über alle Verkehrsträger betrachtet ungefähr gleich; die Anzahl der schwerverletzten Personen erhöhte sich gegenüber dem Vorjahr von 97 auf 135.

Im vorliegenden Jahresbericht findet sich unter anderem eine Zusammenstellung sämtlicher Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise, die von der SUST im Jahr 2017 ausgesprochen wurden. Diese sind mit einer kurzen Einführung sowie mit der Begründung versehen, weshalb sie an die jeweilige Aufsichtsbehörde oder an die entsprechende Anspruchsgruppe gerichtet wurden. Zu jeder Sicherheitsempfehlung sind auch – falls bereits vorliegend – Angaben zum Umsetzungsstand vorhanden.

Gestützt auf die statistischen Angaben wurde die Analyse aussagekräftiger Daten über einen Zeitraum von mehreren Jahren weitergeführt. Für Motorflugzeuge mit einer höchstzulässi-

gen Abflugmasse von weniger als 5700 kg, für Helikopter und für Segelflugzeuge konnten so die Entwicklung der Unfallzahlen und der Unfallraten für die Jahre 2007 bis 2017 dargestellt werden. Bei den Bahnunfällen wurden die Meldungen nach verschiedenen Ereignisarten ausgewertet. Der Jahresbericht erläutert dabei auch die Methodik, wie diese Auswertung zustande kam.

Um die Lesbarkeit des Jahresberichts zu vereinfachen, wurden die ausführlichen statistischen Angaben und Zusammenstellungen als Beilagen angefügt.

3 Kommission



3.1 Personelles und Organisatorisches

Die Zahl der Untersuchungsleiter für Zwischenfälle in der Luftfahrt blieb im Jahr 2017 unverändert. Für die Abklärung von Zwischenfällen von Bahnen und Binnenschiffen konnte eine Vakanz, die seit dem Herbst 2016 bestand, durch einen neuen Untersuchungsleiter behoben werden. Es konnten 7 neue Untersuchungsbeauftragte auf Mandatsbasis gewonnen werden. Insgesamt beendeten 6 langjährige Untersuchungsbeauftragte während des Berichtsjahres ihre Tätigkeit, so dass die SUST am Ende des Jahres 2017 über 116 Untersuchungsbeauftragte mit spezialisiertem Fachwissen über alle Verkehrsträger, die Gegenstand einer Untersuchung sein können, verfügte.

Für die Leitung der Zentralen Dienste der SUST wurde per September 2017 eine neue Führungskraft verpflichtet. Auch konnte per Ende 2017 die Stelle des Leiters Untersuchungsdienst ausgeschrieben werden. Die präventiv durchgeführte Analyse der organisationsbedingten

Risiken durch die Kommission hatte ergeben, dass die Funktionen des Leiters des Untersuchungsdienstes und des fachverantwortlichen Bereichsleiters nicht durch die gleiche Person wahrgenommen werden sollen und können. Mit diesem Schritt wird den besonderen Verantwortlichkeiten der Funktionsträger in einer unabhängigen Organisation besser Rechnung getragen und die Governance gestärkt. Schliesslich ist damit die Entwicklung der Organisation im Zusammenhang mit dem Zusammenschluss der ehemals getrennt operierenden Untersuchungsstellen in der Aviatik, des öffentlichen Verkehrs und der Hochseeschifffahrt abgeschlossen.

Für die Untersuchungsleiter der SUST und die Untersuchungsbeauftragten, die auf Unfallstellen der Luftfahrt eingesetzt werden, fand erneut ein Ausbildungskurs zum Thema Arbeitssicherheit auf Unfallstellen statt. Zusätzlich wurde den Mitarbeitenden ein Pilotkurs in psychosozialer Notfallversorgung angeboten. Im Weiteren wurde das Wissen bezüglich Befragungstechnik im Rahmen eines Workshops vertieft.

3.2 Finanzen

Der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle stand im Berichtsjahr ein Budget von 8.21 Millionen Franken zur Verfügung. Effektiv benötigt wurden davon 7.51 Millionen Franken, was den gesamten Personal- und Betriebsaufwand umfasst. Annähernd 0.7 Millionen Franken wurde nicht benötigt, weil ein Unterbestand bei den Mitarbeitenden vorhanden war, Beschaffungen verschoben wurden und der Untersuchungsaufwand, beispielsweise durch externe Gutachten, unter dem Budget blieb. 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 2017 einen Betrag in der Höhe von 38 250 Franken und stellte die einzige regelmässige externe Einnahmequelle der SUST dar.

Auf den 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 Vorgaben und Leistungsziele definiert:

Projekte und Vorhaben

- Neukonzeptionierung der Prozesse bei Grossunfällen in der Zivillaviatik und im öffentlichen Verkehr
- Verbesserung der Analysemethoden
- Anpassung von Inhalt, Detaillierungsgrad und Umfang der Untersuchungen und Schlussberichte

Die geplanten Meilensteine dieser Vorhaben konnten erreicht werden und mit dem Abschluss der Projekte kann bis Ende 2018 gerechnet werden.

Leistungsziele

Ziele und Messgrössen	2016 IST	2017 SOLL	2017 IST	2018 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. Abgeschlossen bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Untersuchungshandlungen beendet und der Entwurf des jeweiligen Berichts für die Stellungnahme oder die abschliessende Qualitätsprüfung bereit ist.

Abschluss Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Luftfahrzeugen mit Abflugmassen von bis zu 5700 kg innert 12 Monaten (% , minimal)	64	70	60	80
Abschluss Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Bahnen, Schiffen und Bussen mit eidg. Konzession innert 12 Monaten (% , minimal)	55	60	72	70

Ziele und Messgrößen	2016 IST	2017 SOLL	2017 IST	2018 PLAN
Abschluss Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Luftfahrzeugen mit Abflugmassen von mehr als 5 700 kg innert 18 Monaten (% , minimal)	88	75	78	80
Abschluss summarischer Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Luftfahrzeugen innert 2 Monate (% , minimal)	44	70	40	70
Abschluss summarischer Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Bahnen, Schiffen und Bussen innert 2 Monate (% , minimal)	58	60	30	65

Die Leistungsziele wurden teilweise erreicht. Zu grösseren Abweichungen kam es in folgenden Bereichen:

Rasche Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen: Der Abschluss summarischer Untersuchungen war mehrheitlich nicht innert zweier Monate möglich. Es handelt sich nicht um eine

gesetzlich vorgegebene Frist. Zudem hat die Erhebung der notwendigen Fakten oft länger gedauert, als erwartet. Da dieser Teil der Untersuchung nur wenig beeinflusst werden kann, wurden die internen Prozesse vereinfacht, um den Ablauf summarischer Untersuchungen auf diese Weise zu verkürzen.

Die Untersuchungen schwerer Vorfälle und Unfälle von Luftfahrzeugen mit Abflugmassen von bis zu 5700 kg konnten noch nicht wie vorgegeben in 70 % der Fälle innerhalb eines Jahres abgeschlossen werden, weil in den letzten beiden Jahren deutlich mehr schwere Vorfälle aufgetreten sind, als in den Jahren zuvor. Die absolute Anzahl der abgeschlossenen Untersuchungen von Zwischenfällen konnte gegenüber dem Vorjahr allerdings gesteigert werden und es ist ein Abbauplan für die noch pendenten Fälle vorhanden.

4 Untersuchungsdienst



4.1 Übersicht über die Untersuchungsergebnisse

Während des Jahres 2017 gingen bei der SUST gesamthaft 1635 Meldungen über Unfälle und gefährliche Ereignisse ein. Die Anzahl der Meldungen stieg damit im Laufe der letzten Jahre kontinuierlich an. In 111 Fällen, d. h. in ungefähr 7 % der Meldungen, wurden Sicherheitsuntersuchungen eröffnet. Es konnten gesamthaft 131 Untersuchungen von Unfällen und schweren Vorfällen abgeschlossen werden. Darunter waren 71 summarische Untersuchungen von Zwischenfällen mit geringerer Tragweite. 57 Schlussberichte (vgl. Anhang 1 und 2) und 60 summarische Berichte wurden veröffentlicht. Im Rahmen ihrer Untersuchungen sprach die SUST im Jahr 2017 insgesamt 38 Sicherheitsempfehlungen und 8 Sicherheitshinweise aus. 161 Untersuchungen waren per Ende Jahr noch in Arbeit.

Zu den Zwischenfällen bei der Luftfahrt konnten 93 Untersuchungen abgeschlossen werden. 30 Schlussberichte (vgl. Anhang 1) und 48 summarische Berichte wurden veröffentlicht. Bezüglich der Luftfahrt wurden 15 Sicherheitsempfehlungen und 3 Sicherheitshinweise ausgesprochen. Ende Jahr waren 111 Untersuchungen in Arbeit.

Für die fünf Verkehrsträger Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt wurden im Berichtsjahr 38 Untersuchungen abgeschlossen sowie 27 Schlussberichte und 12 summarische Berichte veröffentlicht. Im Jahr 2017 wurden insgesamt 23 Sicherheitsempfehlungen in Schlussberichten, sowie 5 Sicherheitshinweise ausgesprochen. Ende Jahr waren für die Verkehrsträger Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt 50 Untersuchungen in Arbeit.

4.2 Übersicht nach Verkehrsträger

Luftfahrt

Im Jahr 2017 gingen 1259 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 44 Untersuchungen von Unfällen und 42 Untersuchungen von schweren Vorfällen eröffnet. Darunter befanden sich 8 Airprox mit hoher oder erheblicher Kollisionsgefahr. Bei 34 Zwischenfällen wurde eine ausführliche Untersuchung aufgenommen, während bei 52 Ereignissen die ersten Untersuchungsergebnisse eine summarische Untersuchung nahelegten.

Im Jahr 2017 kam es auf dem Gebiet der Schweiz zu 45 Unfällen von Luftfahrzeugen mit einer höchstzulässigen Abflugmasse von bis zu 5.7 t. Dabei wurden 13 Insassen tödlich und 12 Insassen schwer verletzt. Im Bereich der Flugzeuge mit einer höchstzulässigen Abflugmasse über 5.7 t wurden Untersuchungen zu 12 schweren Vorfällen eröffnet. In 2 Fällen ging es um Probleme mit der Kabinenbedruckung. In 2 weiteren Fällen wurde an Bord eine starke Entwicklung von mutmasslich toxischen Gasen bzw. Rauch festgestellt, die zur Rückkehr an den Abflugort bzw. einer Notlandung führten.

Vor dem Hintergrund der weiterhin ansteigenden Zahl der in der Schweiz eingesetzten unbemannten Luftfahrzeuge (Drohnen) kam es auch im Berichtsjahr zu gefährlichen Annäherungen

mit anderen Luftfahrzeugen. In einem Fall, bei dem ein Grossraumflugzeug im Anflug auf den Flughafen Zürich nur knapp nicht mit einer Drohne kollidierte, wurde eine summarische Untersuchung durchgeführt.

Eisenbahnen

Im Jahr 2017 gingen 342 Meldungen zu sicherheitsrelevanten Ereignissen bei Eisenbahnen ein, wovon 30 Trams betrafen. In 47 Fällen rückte ein Untersuchungsleiter vor Ort aus. In 22 Fällen wurde eine Untersuchung eröffnet.

Zu den grösseren Ereignissen zählen in chronologischer Reihenfolge die Entgleisung eines ETR 610 in Luzern (LU) am 22. März 2017, die Entgleisung einer S-Bahn in Bern (BE) am 29. März 2017, die Kollision einer Rangierbewegung mit einem Zweiwegebagger in Samstagern (ZH) am 13. Juli 2017, die Kollision einer Lokomotive mit Reisezugwagen in Andermatt (UR) am 11. September 2017, ein entlaufenes Fahrzeug auf der Alp Grüm (GR) am 19. September 2017 und die Entgleisung eines ICE in Basel (BS) am 29. November 2017.

Bei den der SUST gemeldeten Ereignissen wurden 69 Reisende leicht und 19 schwer verletzt. Von Eisenbahnverkehrsunternehmen erlitten 1 Mitarbeiter tödliche Verletzungen, 8 wurden schwer und 12 leicht verletzt. 22 weitere Personen wurden im Zusammenhang mit Eisenbahnen (inkl. Trams) tödlich, 34 schwer und 31 leicht verletzt. Die häufigste Ursache für Personenunfälle ist auf unachtsames Verhalten von Personen zurückzuführen, die unerlaubt Bahngleise überqueren. Solche Ereignisse sind praktisch nicht durch das Transport- oder Infrastrukturunternehmen zu beeinflussen.

Seilbahnen

10 Meldungen trafen im Zusammenhang mit Seilbahnen ein. Bei einem Ereignis gingen Untersuchungsleiter vor Ort. Bei einem Vorkommnis wurde eine Untersuchung eingeleitet. Die Untersuchung betraf einen Fahrzeugabsturz.

Bei den gemeldeten Ereignissen wurden 1 Reisender schwer und 3 Reisende leicht verletzt. 2 Mitarbeitende von Seilbahnunternehmen erlitten schwere und einer leichte Verletzungen. Keine weiteren Personen ausser Reisende und Mitarbeitende wurden leicht oder schwer verletzt. Am häufigsten kamen Reisende beim Ein- oder Aussteigen der Seilbahn zu Schaden.

Busse

Im Zusammenhang mit Bussen wurde die SUST bei 18 Zwischenfällen alarmiert. Bei einem Ereignis ging der Untersuchungsleiter vor Ort. Bei keinem der Vorfälle wurde eine Untersuchung eingeleitet.

Bei den gemeldeten Ereignissen wurde 1 Reisender schwer und 21 Reisende leicht verletzt. Je ein Mitarbeitender von Busunternehmen erlitt schwere und leichte Verletzungen. 2 weitere Personen wurden tödlich, 2 schwer und eine leicht verletzt. 8 von 18 Ereignisse standen im Zusammenhang mit einem Brand, wobei keine Personen zu Schaden kamen. Die Personenschäden waren mehrheitlich die Folge von Kollisionen von Bussen mit anderen Verkehrsmitteln.

Binnenschifffahrt

Im Jahr 2017 wurde die SUST 3 Mal alarmiert. In 2 Fällen wurde eine Untersuchung eröffnet.

Die beiden Ereignisse sind die Kollision eines Motorschiffes (MS) mit der Uferböschung in Zug Bahnhofsteg (ZG) am 17. September 2017 und die Grundberührung der MS Diamant bei Kehrsiten (LU) am 7. Dezember 2017.

Bei den gemeldeten Ereignissen kamen keine Reisende oder Mitarbeitende von Schifffahrtsunternehmen zu Schaden, jedoch wurden 2 weitere Personen leicht verletzt.

Hochseeschifffahrt

Während des Jahres 2017 wurden der SUST drei Zwischenfälle von Hochseeschiffen, die unter Schweizer Flagge fahren, gemeldet. In einem Fall kam es zu einer Grundberührung eines Chemikalientankers, die allerdings weder eine Beeinträchtigung der Umwelt noch grössere Schäden am Schiff zur Folge hatte. Ein Mehrzweckfrachtschiff kollidierte bei einem Manöver in einem Hafen mit einem am Pier vertäuten Frachtschiff, ohne dass grössere Schäden an den Schiffen oder an der Umwelt entstanden. Kurze Zeit später kam es bei der Weiterfahrt dieses Mehrzweckfrachtschiffes nochmals zu einer Kollision mit einem weiteren, vertäuten Schiff. Auch in diesem Fall traten keine nennenswerten Schäden, auch keine Personenschäden, auf. Bei allen diesen Fällen wurde niemand verletzt und die Sachlage rechtfertigte 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 EU-Sicherheitsrichtlinie 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 Rah-

men 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 wahrzunehmen. Den nationalen Aufsichtsbehörden kommt dabei in erster Linie eine ausführende und vermittelnde Rolle zu und ihre alleinige Zuständigkeit beschränkt sich zunehmend nur noch auf die einzelstaatlich geregelten Aspekte der Zivilluftfahrt. Da die Schweiz sich entschlossen hat, an

der EASA teilzunehmen, gilt diese Veränderung auch für die schweizerische Zivilluftfahrt. Aus diesem Grund richtet die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle ihre Sicherheitsempfehlungen bezüglich der Luftfahrt je nach Zuständigkeit entweder an die EASA oder an das Bundesamt für Zivilluftfahrt.

Bei den Eisenbahnen erhält die Regulation durch die EU einen immer höheren Stellenwert. Diese betrifft namentlich die technische Interoperabilität im internationalen Verkehr. Die Sicherheitsrichtlinie der EU (2004/49/EG) 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-Seilbahnrichtlinie 2000/9/EG vom 20. März 2000 geregelt. Aufsicht und Vollzug liegen vollständig in der Kompetenz der nationalen Aufsichtsbehörden, bei den eidgenössisch konzessionierten Seilbahnen beim BAV. 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 BAV 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 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 Entschei-

dung. 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 2017 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 Ende Februar 2018. Der aktuelle Umsetzungsstand von Sicherheitsempfehlungen sowie weitere Details können der Website der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle entnommen werden.

5.2 Luftfahrt

Unfall eines Verkehrsflugzeuges während des Anflugs auf den Flughafen Basel, 20.07.2014

In der Sinkflugphase eines Verkehrsflugzeuges Airbus A319-111 fand der Wechsel der Referenz für die Zielgeschwindigkeit von MACH zu Knoten nicht statt, und die Geschwindigkeit des Flugzeugs erhöhte sich bis zur zulässigen Höchstgeschwindigkeit im Normalbetrieb VMO. Der Pilot reagierte mit einer brusken Bewegung des linken Steuerknüppels (Sidestick), was ein Lastvielfaches von 2.33 g zur Folge hatte. Daraufhin wurden drei der vier Mitglieder der Kabinenbesatzung zu Boden geschleudert, wobei sich eine/r von ihnen schwer am Knöchel verletzte.

Sicherheitsdefizit

In den Prozeduren OVERSPEED PREVENTION und OVERSPEED RECOVERY zur Verhinderung bzw. Rückgängigmachung einer Überschreitung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit wird empfohlen, die automatischen Regelungen beizubehalten und nicht in die Funktion der OVERSPEED PREVENTION einzugreifen; dies selbst auf das Risiko hin, dass der VMO-Grenzwert überschritten wird. Die Piloten betrachten «Grenzwerte» normalerweise als absolute Grenzen, die nicht überschritten werden dürfen. Aus diesem Grund nimmt ein Pilot die Überschreitung eines Grenzwerts automatisch als Gefahr wahr und versucht je nachdem reflexartig, eine solche zu vermeiden.

Die Prozeduren zur Verhinderung bzw. Rückgängigmachung von Geschwindigkeitsüberschreitungen sind nicht als Memory Items – d. h. Abläufe, die ohne Rückgriff auf schriftliche Unterlagen durchgeführt werden – katalogisiert. In beiden Fällen sind die Flugsituationen sehr dynamisch bzw. kritisch. Deshalb kommt die Anwendung des Grundsatzes «read and do» in dieser Situation nicht in Frage.

Sicherheitsempfehlung Nr. 524 vom 19.10.2017

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollte sicherstellen, dass der Flugzeughersteller Überlegungen in die Wege leitet zur Sensibilisierung und Schulung der Flugbesatzungen der Airbus Baureihe A320 für Situationen, in denen eine Geschwindigkeitsüberschreitung stattfindet.

Stand der Umsetzung

Die EASA hat die Sicherheitsempfehlung Nr. 524 am 4. Dezember 2017 zur Kenntnis genommen. Antwort ausstehend.

Fastkollision zwischen zwei Kampfflugzeugen F/A-18C und einem zivilen Flugzeug in der Region Kerzers, 21.11.2014

Zwei Militärjets F/A-18C wurden von Payerne Radar an die Anflugverkehrsleitstelle Payerne arrival übergeben, um diese für einen Instrumentenanflug auf die Piste 23 zu führen, und kommunizierten dazu auf der Frequenz von Payerne arrival.

Gleichzeitig rief der Pilot eines zivilen Flugzeuges die Platzverkehrsleitstelle Payerne tower auf und verlangte eine Durchflugfreigabe durch den Nahkontrollbezirk (Terminal Control Area-TMA) in Richtung La Chaux-de-Fonds. Zur selben Zeit flog der leader der F/A-18C auf 5000 ft auf dem Gegenanflug, gefolgt vom trailer.

Wenig später flog der leader auf gleicher Höhe in einer Distanz von 0.4 NM an dem zivilen Flugzeug vorbei.

Sicherheitsdefizit

Die Untersuchung hat gezeigt, dass für Flüge nach Instrumentenflugregeln (Instrument Flight Rules – IFR) einer Luftwaffenbasis mit hohem Verkehrsaufkommen, die das Durchfliegen von Sichtflügen ohne Kontaktaufnahme mit der Flugsicherung im Nahkontrollbezirk zulässt, die unzweckmässige Luftraumklassierung der TMA ein Sicherheitsdefizit darstellt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 512 vom 28.08.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte Massnahmen ergreifen, um in der Umgebung des Flugplatzes Payerne den Schutz für IFR-Verkehr vor anderen Luftraumnutzern zu gewährleisten.

Stand der Umsetzung (Brief vom BAZL vom 07.11.2017)

Vor der Ergreifung von Massnahmen muss ein Risk Assessment durchgeführt werden. In diesem müssen die Risiken und die entsprechenden Mitigierungen sowie allfällige negative Auswirkungen auf das Gesamtsystem aufgeführt werden. Das BAZL wird in 2018 mit den Stakeholdern ein solches Assessment durchführen. Dabei soll die Problematik, welche mit der Sicherheitsempfehlung angesprochen wird, analysiert werden. Ziel ist, das Risiko der Operationen in einen akzeptablen Bereich zu bringen.

Unfall eines Verkehrsflugzeuges bei der Landung am Flughafen Zürich, 04.12.2014

Am 4. Dezember 2014 befand sich das Verkehrsflugzeug vom Typ ATR 72-202, eingetragen als D-ANFE, mit zwei Piloten, zwei Flugbegleiterinnen und 26 Passagieren an Bord im Anflug auf den Flughafen Zürich (LSZH). Bei leichtem Nordwind setzte das Verkehrsflugzeug auf der Piste 14 auf. Nachdem die Bugräder ungefähr 1050 m nach der Landebahnschwelle in Kontakt mit der Piste gekommen waren, trennten sich beide Reifen von den Felgen, so dass das Bugfahrwerk ab rund 1520 m von der Pistenschwelle nur noch auf den Felgen weiter schlitterte.

Sicherheitsdefizit

Im Rahmen der Untersuchung wurde der Eingabehebel (valve input lever) des hydraulischen Differentialsteuerventils (Differential Control Selector Valve – DCSV) um 180° verdreht angeschlossen vorgefunden. Die Auslegung (design) des frei drehbaren input lever wurde als beitragender Faktor in der Entstehung des Unfalls ermittelt. Bereits im Mai 2009 kam es bei einer anderen Fluggesellschaft in Neuseeland zu einem ähnlichen Vorfall, bei dem der um 180° verdreht angeschlossene valve input lever ursächlich war. Daraufhin wurde die Betriebsanleitung für den Unterhalt (aircraft maintenance manual) ergänzt. Der jüngste Vorfall vom 25. August 2015 bei einer weiteren Fluggesellschaft in Brasilien, dessen Ursache ebenfalls auf den um 180° verdreht angeschlossenen valve input lever zurückgeführt werden konnte, zeigt deutlich, dass das Risiko einer Falschmontage nach wie vor nicht behoben ist.

Sicherheitsempfehlung Nr. 529, 16.06.2017

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollte zusammen mit dem Flugzeughersteller sicherstellen, dass eine Falschmontage des Eingabehebels (valve input lever) des hydraulischen Differentialsteuerventils (Differential Control Selector Valve – DCSV) nicht mehr möglich ist.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) hat den

Vorfall sowie das in dieser Sicherheitsempfehlung angesprochene Problem in Zusammenarbeit mit dem Flugzeughersteller beurteilt und kommt zu folgendem Schluss: Das vom Vorfall betroffene Flugzeug war mehrere Monate lang in Betrieb, ohne dass über Steuerprobleme berichtet wurde und Wartungseingriffe im entsprechenden Bereich des Flugzeugs erfolgten. Es gab keinen Beleg dafür, dass die erforderliche Funktionskontrolle nach dem Ersetzen des hydraulischen Differentialsteuerventils (Differential Control Selector Valve – DCSV) durchgeführt wurde.

Bei der Zertifizierung der ATR-Flugzeuge wurde der Verlust der Bugradsteuerung (nose wheel steering) als geringfügig («minor») eingestuft. Der Beitrag des Eingabehebels des hydraulischen Differentialsteuerventils zu einem derartigen Vorfall ist gering. Die Bewegungseinschränkungen des Bugfahrwerks würden nur bei tiefen Geschwindigkeiten und grossem Steuerwinkel – wie es üblicherweise im Gate-Bereich vorkommt – auftreten. Unterdessen hat ATR das massgebende Component Maintenance Manual (CMM) und die Job Instruction Card (JIC) angepasst und mit einem Warnhinweis für das Anschliessen des Steuerventils versehen. In Anbetracht dessen wird die EASA in Bezug auf dieses Problem keine weiteren Schritte unternehmen. Aus diesem Grund ist die SUST der Ansicht, dass das vorliegende Sicherheitsdefizit nach wie vor Bestand hat, weshalb die Sicherheitsempfehlung als nicht umgesetzt betrachtet wird.

Unfall eines Helikopters in Erstfeld, 26.02.2015

Während des Anfluges zur Einsatzbasis reduzierte der Pilot eines Helikopters AgustaWestland AW109SP die Vorwärtsgeschwindigkeit des Helikopters bei gleichbleibender Sinkgeschwindigkeit. Der Pilot erhöhte den kollektiven Blattstellhebel (collective) kontinuierlich, um die Sinkgeschwindigkeit zu reduzieren. Diese verminderte sich jedoch nicht. In der Phase des Übergangs vom Vorwärts- zum Schwebeflug (transition) erhöhte sich der Leistungsbedarf des Helikopters. Bei einer Vorwärtsgeschwindigkeit von weniger als 20 kt erhöhte sich die Sinkgeschwindigkeit in den letzten Sekunden vor dem Aufprall von 1100 ft/min auf über 1300 ft/min und liess sich nicht mehr kontrollieren. Schliesslich schlug der Helikopter auf einer Wiese neben der Einsatzbasis auf. Drei der vier Insassen wurden verletzt und mussten in Spitalpflege gebracht werden.

Sicherheitsdefizit

Als ein kausaler Faktor für die Entstehung des Unfalls wurde ermittelt, dass der Pilot die zu hohe Sinkgeschwindigkeit während des Endanfluges zur Einsatzbasis nicht bemerkte.

Sicherheitsempfehlung Nr. 525 vom 08.06.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) und die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety

Agency – EASA) sollten Massnahmen ergreifen, damit Besatzungen von Helikoptern durch eine akustische Warnung auf die Gefahr eines bevorstehenden oder sich entwickelnden Wirbelringzustands in Bodennähe aufmerksam gemacht wird.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das BAZL teilte mit dass im Amt keinerlei Kompetenzen betreffend der Thematik vorhanden seien. Die Sicherheitsempfehlung könne ausschliesslich durch die zuständigen Zertifizierungsbehörden, d. h. die EASA bearbeitet werden.

Die EASA teilte mit, dass sie die Absicht der Sicherheitsempfehlung teile und daran sei, die Machbarkeit einer solchen Massnahme vom technischen Standpunkt abzuklären.

Sicherheitsdefizit

Beim vorliegend untersuchten Unfall handelte es sich um einen Aufprall des Helikopters auf den Boden, der aufgrund der wirkenden Kräfte für die Luftfahrzeuginsassen grundsätzlich überlebbar war. Zur Vermeidung von Verletzungen war das Helikoptermuster mit aufschlaghemmenden Sitzen ausgerüstet. Trotzdem kam es bei zwei Besatzungsmitgliedern und einem Passagier zu schweren Rückenverletzungen. Wie die Untersuchung gezeigt hat, lagen weder Defekte noch Herstellungs- oder Konstruktionsfehler an den aufschlaghemmenden Sitzen vor. Diese waren zur Zertifizierung nach den geltenden Bestimmungen getestet worden und erfüllen die Anforderungen der Zulassung. Die Verletzungen der Luftfahrzeuginsassen sind darauf zurückzuführen, dass sich die Dynamik des Aufschlages deutlich von derjenigen unterschied, für die das Schutzsystem ausgelegt ist. Es ist deshalb fraglich, ob der Test zur Zertifizierung ausreichend realitätsnah ist, da er nur auf einem möglichen Szenario beruht. Zumindest im Hinblick auf den vorliegend untersuchten Unfall erscheint das Testszenario als ungenügend, da die auftretenden Kräfte durch die Sitze hätten aufgenommen werden sollen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 530 vom 08.06.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) und die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollten prüfen, ob die Testverfahren für aufschlaghemmende Sitze im Helikoptermuster AgustaWestland AW109SP den tatsächlich auftretenden Bedingungen bei einem grundsätzlich überlebbareren Aufprall entsprechen. Gegebenenfalls sollten die Prüf- und Zulassungsbedingungen so verbessert werden, dass die Sitze einen ausreichenden Schutz bei solchen Unfällen bieten.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Die Sicherheitsempfehlung kann nach Ansicht des BAZL nur durch die zuständigen Zertifizierungsbehörden, d. h. die EASA bearbeitet werden.

Die EASA wies darauf hin, dass das Helikoptermuster AW109SP die gegenwärtig anwendbaren Anforderungen an die Resistenz bezüglich eines Aufpralls erfüllt, wie er bei einem grundsätzlich überlebenden Unfall oder einer Notlandung auftreten kann. Im Rahmen der Arbeitsgruppe zur Sicherheit von Helikopterinsassen (Rotorcraft Occupant Protection Working Group (ROPWG) des Aviation Rulemaking Advisory Committee (ARAC), an der auch die EASA mitwirkt, werden mögliche Empfehlungen an die Zertifikationsbehörden erarbeitet, welche unter anderem auch eine Verbesserung der Überlebenschancen bei einem Unfall betreffen. Die EASA will die Ergebnisse dieser Arbeitsgruppe abwarten und gegebenenfalls in neue Regeln und Vorschriften einfließen lassen, welche in Europa hergestellte und zugelassene Luftfahrzeuge betreffen.

Sicherheitsdefizit

Während rund vier Jahren vor dem Unfall wurden beim Flugbetriebsunternehmen 15 Fälle registriert, bei denen die Beschleunigungssensoren der Notsender des Musters ARTEX C406-N HM bei routinemässigen Kontrollen nicht funktionierten und deshalb repariert werden mussten. Im vorliegenden untersuchten Unfall funktionierte der eingebaute Notsender des gleichen Musters nicht, weil alle sechs Beschleunigungssensoren defekt waren.

Sicherheitsempfehlung Nr. 531 vom 08.06.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) und die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollten zusammen mit den Herstellern des Helikoptermusters AgustaWestland AW109SP und des Notsenders ARTEX C406-N HM geeignete Massnahmen ergreifen, um die Funktionsfähigkeit des genannten Notsenders nach einem Unfall sicherzustellen.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das BAZL teilte mit dass im Amt keinerlei Kompetenzen betreffend der Thematik vorhanden seien. Die Sicherheitsempfehlung könne ausschliesslich durch die zuständigen Zertifizierungsbehörden, d. h. die EASA bearbeitet werden.

Die EASA teilte mit, dass sie die Sicherheitsempfehlung und mögliche Massnahmen prüfe, um die Funktionsfähigkeit des Notsenders ARTEX C406-N HM sicher zu stellen.

Gefährliche Annäherung zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Heissluftballon bei Wigoltingen, 03.06.2015

Am 3. Juni 2015 kam es im Nahkontrollbezirk (TMA) des Flughafens Zürich zu einer gefährlichen Annäherung eines Verkehrsflugzeugs an einen Heissluftballon. Das Verkehrsflugzeug befand sich dabei unter Radarführung im Anflug auf den Flughafen Zürich. Der Heissluftballon hielt

sich mehrfach ohne Freigabe einer Flugverkehrsleitstelle im Nahkontrollbezirk auf, weil der Ballonpilot ein mangelhaftes Bewusstsein über die Risiken aufwies, die er durch einen auch nur geringfügigen Einflug in einen solchen Luftraum verursachte.

Bei der Flugsicherung war der Heissluftballon aufgrund des eingeschalteten Transponders zwar grundsätzlich erkennbar, aber die Darstellung auf den Bildschirmen der Flugverkehrsleiter war derart unauffällig, dass die nicht bewilligte Einfahrt bis zur gefährlichen Annäherung nicht bemerkt wurde.

Sicherheitsdefizit

Im Rahmen der Untersuchung der folgenden Fastkollisionen wurden ähnliche Sicherheitsdefizite festgestellt:

- Die Untersuchung einer Fastkollision zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Segelflugzeug im Nahkontrollbezirk des Flughafens Zürich vom 11. August 2012 zeigte als direkte Ursache ein fehlendes Risikobewusstsein des Piloten bezüglich eines unbewilligten Einfluges in den kontrollierten Luftraum der Klasse C.
- Die gleiche Fastkollision zeigte als systemische Risiken eine wenig fehlertolerante Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich und eine eingeschränkte Transponderpflicht auf, welche die Erkennbarkeit von unbewilligten Einflügen in den Nahkontrollbezirk erschwert.
- Die Untersuchung einer Fastkollision zwischen einem Sportflugzeug und einem Heissluftballon im Nahkontrollbezirk des Flughafens Bern vom 15. September 2012 war primär auf ein unzureichendes Bewusstsein des Ballonpiloten bezüglich der Position des Ballons im Raum relativ zur Luftraumstruktur zurückzuführen.
- Zur gleichen Fastkollision trug bei, dass der Pilot keinen Transponder mitführte und damit für die Flugverkehrsleitung nicht erkennbar war.

Alle diese gefährlichen Annäherungen weisen folgende gemeinsamen Elemente auf:

Die entsprechenden Piloten verfügten zwar über ausreichende Kenntnisse der Luftraumstruktur an sich und wären auch mit den vorhandenen Mitteln in der Lage gewesen, die Grenzen der Nahkontrollbezirke einzuhalten bzw. mit der Flugsicherung in Kontakt zu treten, um allenfalls eine Einflugbewilligung zu erfragen. Sie waren aber der Auffassung, dass geringfügige nicht bewilligte Einflüge in Nahkontrollbezirke kein Problem darstellten, weil noch genügend Sicherheitsmargen vorhanden seien. Dies waren unzutreffende Annahmen, denn die schweizerischen Lufträume zeichnen sich im Gegenteil durch sehr geringe Sicherheitsmargen aus, weil – um die Leicht- und Sportaviatik möglichst wenig einzuschränken – die Abstände zwischen Gebieten, in denen sich Luftfahrzeuge nach Sichtflugregeln frei bewegen dürfen und Gebieten in denen mehrheitlich Grossluftfahrzeuge nach Instrumentenflugregeln geführt werden, auf das geringstmögliche Mass reduziert sind.

Diese Rücksichtnahme auf die Bedürfnisse der Leicht- und Sportaviatik bedingt aber, dass Grenzen von Lufträumen konsequent eingehalten werden, weil sonst unverzüglich erhebliche Gefährdungssituationen entstehen können. Zudem können auch bei ausreichendem Wissensstand der Luftraumbenützer und gut entwickelter Disziplin immer wieder – zumindest – geringfügige Fehler auftreten, die bereits gravierende Folgen haben können. Es ist deshalb anzustreben, dass auch bei Fehlern eine gewisse Resilienz im System vorhanden ist. Eine solche Fähigkeit zur frühzeitigen Korrektur kleiner Fehler könnte erreicht werden, wenn nicht bewilligte Einflüge in einen kontrollierten Luftraum für die Flugsicherung frühzeitig erkennbar sind, so dass zeitgerecht Abwehrmassnahmen ergriffen werden können.

Um das dargelegte Sicherheitsdefizit verringern zu können, bieten sich deshalb grundsätzlich mehrere Strategien an:

- a. Die Lufträume verbleiben so wie sie sind, aber das Bewusstsein der Besatzungen bezüglich der geringen Fehlertoleranz wird verbessert und es wird sichergestellt, dass alle Luftfahrzeuge den Flugverkehrsleitern spätestens beim Einflug in den kontrollierten Luftraum auf geeignete Weise dargestellt werden. Ebenso sollte sichergestellt sein, dass die Systeme, wie sie in Grossluftfahrzeugen zur Warnung vor gefährlichen Annäherungen und zur Verhinderung von Kollisionen eingebaut sind, ihre Funktion als letztes Sicherheitsnetz übernehmen können.
- b. Man trifft keine betrieblichen oder technischen Massnahmen zur Verringerung des Kollisionsrisikos, vergrössert aber die Lufträume, in denen insbesondere Grossluftfahrzeuge nach Instrumentenflugregeln geführt werden, damit grössere Sicherheitsmargen entstehen. Diese zusätzlichen Pufferzonen müssen so gross ausgelegt sein, dass auch bei Navigationsfehlern von Luftfahrzeugen der Klein- und Sportaviatik, die durch die Flugverkehrsleitung nicht erkennbar sind, keine Gefährdung der Grossflugzeuge auftreten kann.

Die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle hat im Rahmen der Untersuchung der beiden Fastkollisionen des Jahres 2012 die betroffenen Verkehrskreise, wie gesetzlich vorgesehen, konsultiert, um breit abgestützte und einfach umzusetzende Sicherheitsempfehlungen aussprechen zu können. Ein Grossteil der damals konsultierten Verkehrskreise sprach sich für eine technisch-betriebliche Lösung aus, worauf die SUST unter anderem die Sicherheitsempfehlung Nr. 466 aussprach, die eine verhältnismässig einfache und kostengünstige Verbesserungsmöglichkeit darstellen würde:

«Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden von Nachbarstaaten um die Schweizer Flughäfen herum Lufträume festlegen, in denen sich ausschliesslich Luftfahrzeuge bewegen dürfen, die mit einem funktionsfähigen und eingeschalteten

Transponder ausgerüstet sind (transponder mandatory zones – TMZ). Diese TMZ sollten die Kontrollzonen und Nahkontrollbezirke umfassen und gegenüber diesen Lufträumen vertikale oder horizontale Pufferzonen bilden.»

Im Rahmen der Untersuchung des vorliegenden schweren Vorfalles, der sich rund drei Jahre nach den Fastkollisionen des Jahres 2012 ereignete, musste die SUST im Kontakt mit annähernd den gleichen beteiligten Verkehrskreisen feststellen, dass bisher kaum konkrete Massnahmen zur Verringerung des genannten Kollisionsrisikos zwischen Grossluftfahrzeugen und fälschlich in Nahkontrollbezirken einfliegenden Luftfahrzeugen der Leicht- und Sportaviatik getroffen worden sind. Die beteiligten Verkehrskreise wiesen sich dabei gegenseitig die Verantwortung für die noch immer bestehenden Sicherheitsdefizite und die schleppende Umsetzung von Verbesserungen zu. Die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle enthält sich bezüglich dieses Vorgehens der betroffenen Verkehrskreise jeglichen Kommentars. Sie weist aber nochmals eindringlich darauf hin, dass die hinlänglich bekannten Kollisionsrisiken zwischen Grossluftfahrzeugen und Luftfahrzeugen der Leicht- und Sportaviatik nach wie vor bestehen, weil der komplexe Schweizer Luftraum kaum Fehler verzeiht und durch eine fehlende Transponderpflicht sowohl die Sicherheitsnetze bei der Flugsicherung als auch in den Verkehrsflugzeugen unwirksam werden können.

Die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle empfiehlt deshalb einmal mehr im Sinne der Sicherheitsempfehlung Nr. 466, zum Schutz der Kontrollzonen und Nahkontrollbezirke transponder mandatory zones einzuführen. Im Sinne der oben dargelegten verschiedenartigen Strategien, die möglich sind, um das vorliegende Sicherheitsdefizit zu reduzieren und damit einen ganzheitlichen Lösungsansatz zu unterstützen, spricht die SUST folgende zwei Sicherheitsempfehlungen zusätzlich aus.

Sicherheitsempfehlung Nr. 518 vom 20.03.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte für den Betrieb von Luftfahrzeugen, die für ein Grossluftfahrzeug eine Gefahr darstellen können, über schweizerischem Hoheitsgebiet ausnahmslos die Pflicht zum Mitführen eines betriebsbereiten und eingeschalteten Transponders vorschreiben. Dabei sollte insbesondere auf eine möglichst weitgehende Kompatibilität mit den am weitesten verbreiteten Systemen zur Warnung vor unbeabsichtigten Annäherungen und zur Verhinderung von Kollisionen geachtet werden. Zusammen mit der Flugsicherung sollte das BAZL technische und betriebliche Rahmenbedingungen festlegen, die eine optimale Nutzung dieser Transponderpflicht zu Gunsten der Flugverkehrsleitung erlauben.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Die Einführung einer flächendeckenden Pflicht für alle Luftfahrzeuge, die für Grossluftfahrzeuge eine Gefahr darstellen können, zum Mitführen eines betriebsbereiten und eingeschalteten Transponders wurde

initial vom BAZL als unverhältnismässig erachtet, zumal Grossluftfahrzeuge in allen Luftraumklassen operieren können und im Rahmen der derzeit laufenden Teilrevision der VRV-L2 Revision bereits eine moderate Ausdehnung der heutigen Transponderpflicht vorgesehen ist. Es wurde jedoch im letzten Jahr festgestellt, dass die meisten Luftfahrzeuge unterdessen mit einem Transponder ausgerüstet sind. Daher wird das BAZL im 2018 wiederholt eine Umsetzungsprüfung durchführen.

Das BAZL erhielt im vergangenen Jahr vom GS-UVEK den Auftrag, die Luftraumstruktur sowie die damit verbundene Aviatikinfrastruktur in der Schweiz mittels eines «Clean Sheet Approachs» neu zu gestalten. Dieser Auftrag wird nach Angabe des BAZL im Rahmen des Programms «Neue Luftraum und Aviatikinfrastruktur-Strategie AVISTRAT-CH» mit hoher Priorität umgesetzt. Erste Resultate in Form einer Vision für den Schweizer Luftraum und die Aviatikinfrastruktur erwartet das BAZL für 2020. Erst wenn die entsprechenden strategischen Vorgaben vorliegen, will das BAZL über eine allfällige Teilumsetzung der Sicherheitsempfehlung Nr. 518 befinden.

Sicherheitsempfehlung Nr. 519 vom 20.03.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte, gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden von Nachbarstaaten, um die Schweizer Flughäfen herum kontrollierte Lufträume der Klassen D oder C festlegen, die einfach gestaltet und ausreichend dimensioniert sind, so dass keine Gefährdung von Grossluftfahrzeugen durch Luftfahrzeuge der Leicht- und Sportaviatik, die ohne Freigabe in diese Lufträume eindringen, mehr entstehen kann.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das BAZL erhielt im vergangenen Jahr vom GS-UVEK den Auftrag, die Luftraumstruktur sowie die damit verbundene Aviatikinfrastruktur in der Schweiz mittels eines «Clean Sheet Approachs» neu zu gestalten. Dieser Auftrag wird nach Angabe des BAZL im Rahmen des Programms «Neue Luftraum und Aviatikinfrastruktur-Strategie AVISTRAT-CH» mit hoher Priorität umgesetzt. Erste Resultate in Form einer Vision für den Schweizer Luftraum und die Aviatikinfrastruktur erwartet das BAZL für 2020. Nach Ansicht des BAZL könnte das geplante Programm grundsätzlich die vorliegende Sicherheitsempfehlung adressieren. Es ist aber der Ansicht, dass eine Gefährdung von Grossluftfahrzeugen nie völlig ausgeschlossen werden könne. Erst wenn die entsprechenden strategischen Vorgaben vorliegen, will das BAZL über eine allfällige Teilumsetzung der Sicherheitsempfehlung Nr. 519 befinden.

Sicherheitsdefizit

Auf den Bildschirmen der Flugverkehrsleiter war der Heissluftballon in der für unkontrollierte VFR-Flüge typischen blassbraunen Farbe erkennbar. Von der ersten nicht bewilligten Einfahrt in die TMA bis zum Zeitpunkt der nächsten

Annäherung verstrichen rund 12 Minuten. Während dieser Zeitspanne blieben die nicht bewilligten Einfahrten des Heissluftballons von allen drei involvierten Flugverkehrsleitern unbemerkt.

Eine automatische Warnung der Flugverkehrsleiter im Falle eines nicht bewilligten Einfluges eines VFR-Flugzeuges in eine TMA wurde zwar bei Skyguide bereits früher ange-regt, bis heute aber nicht realisiert. Vor dem Hintergrund weiterer untersuchter Luftraumverletzungen ist die SUST überzeugt, dass sich mit einer raschen Einführung eines derartigen Warnsystems eine wirksame Verbesserung der Flugsicherheit herbeiführen liesse.

Sicherheitsempfehlung Nr. 520 vom 20.03.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gemeinsam mit der Flugsicherung Skyguide Massnahmen zur Warnung von Flugverkehrsleitern vor nicht bewilligten Einflügen in Luft-räume, die primär dem Verkehr nach Instrumentenflugregeln dienen, entwickeln.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Skyguide hat eine neue Filterfunktion VFR Display Priority für ihre Radarsysteme entwickelt, um den Flugverkehrsleitern nur noch diejenigen Sichtflüge anzuzeigen, die in einem bestimmten Luftraum für eine Konfliktsituation relevant werden könnten. Zu dieser Filterfunktion gehört auch das neue Warnsystem Area Infringement Warning (AIW). Sichtflüge, die mit eingeschaltetem Transponder unterwegs sind und unerlaubt in kontrollierte Lufträume ein-fliegen, werden rot dargestellt, um den Flugverkehrsleiter auf die Luftraumverletzung aufmerksam zu machen. Die Filterfunktion, nicht aber das AIW kann vom Flugverkehrs-leiter ein- oder ausgeschaltet werden. Diese neuen Funkti-onen wurden im März 2017 in Zürich und im Juli 2017 in Genf eingeführt.

Sicherheitsdefizit

Das bodengestützte Konfliktwarnsystem (Short Term Con-flict Alert – STCA) der Flugverkehrsleitung warnte nicht vor der Annäherung des Verkehrsflugzeuges an den Heissluft-ballon. Zur Vermeidung unnötiger Warnungen war es derart programmiert worden, dass erfasste Luftfahrzeuge mit Ge-schwindigkeiten über Grund von weniger als 30 Knoten nicht berücksichtigt werden. Die Geschwindigkeit über Grund des Heissluftballons lag während seiner gesamten Fahrt deutlich unter diesem Wert. Die Programmierung des Konfliktwarn-systems STCA ist deshalb für die Warnung vor Konflikten mit langsam fliegenden Luftfahrzeugen ungeeignet.

Sicherheitsempfehlung Nr. 521 vom 20.03.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gemeinsam mit der Flugsicherung Skyguide das Konfliktwarnsystem (Short Term Conflict Alert – STCA) derart verbessern, dass dieses auch vor Konflikten mit langsam fliegenden Luftfahrzeugen warnt.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Am 9. Juni 2017 wurde das bodenseitige Konfliktwarnsystem (Short Term Conflict Alert – STCA) in Zürich und am 22. Juni 2017 dasjenige in Genf so angepasst, dass den Flugverkehrsleitern auch Konflikte mit langsam fliegenden Luftfahrzeugen erkennen können.

Sicherheitsdefizit

Als beitragende Ursache dieses Vorfalles wurde die Hemmung des Ballonpiloten, Kontakt zur Flugsicherung aufzunehmen, ermittelt. Als systemisch risikoreich wurden zudem verbreitete Wissensdefizite zum Gebrauch von Höhenmessern und Transponderanlagen erkannt. Diese Faktoren deuten auf Verbesserungsmöglichkeiten in der Ausbildung hin und sind vor dem Hintergrund der Tatsache zu sehen, dass nach der initialen Ausbildung von Ballonpiloten keine periodische Befähigungsüberprüfung oder Weiterbildung vorgesehen ist, wie sie für Segelflug- und Motorflugpiloten bereits vorgeschrieben und üblich ist.

Sicherheitsempfehlung Nr. 522 vom 20.03.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gemeinsam mit den massgeblichen Luftfahrtverbänden Massnahmen zur periodischen Befähigungsüberprüfung und Weiterbildung von Ballonpiloten ergreifen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Der Schweizerische Ballonverband (SBAV) führt im Auftrag des BAZL die Theoriekurse für Ballonpiloten durch. Der SBAV organisiert ausserdem jährlich ein Sicherheitsseminar, jeweils in deutscher und französischer Sprache. Dabei wird ein besonderes Schwergewicht auf das Wissen über Lufträume, spezifisch schweizerische Verfahren sowie auf den korrekten Einsatz von technischen Instrumenten, wie Transpondern, und die Zusammenarbeit mit der Flugsicherung gelegt. Die Schulungsunterlagen sind öffentlich auf der Webseite des SBAV zugänglich. Zusätzlich organisiert der SBAV lokale Refresher-Kurse, womit der SBAV regelmässige Weiterbildungsmöglichkeiten anbietet und die Grundlagen schafft, um Luftraumverletzungen zu verhindern. Die freiwilligen Refresher-Kurse werden derzeit ausgebaut.

Unfall eines Helikopters in Wolfenschiessen, 21.09.2015

Am 21. September 2015 kollidierte ein Helikopter beim Landeanflug im Bereich der Bergstation der Bannalpbahn mit dem Seil einer Transportseilbahn. Das Seil war im Luftfahrthindernisregister des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) erfasst und in der entsprechenden Luftfahrthinderniskarte bzw. der entsprechenden elektronischen Datenbank vorhanden.

Sicherheitsdefizit

Neben diesem Seil waren noch weitere Seile im Bereich der Unfallstelle vorhanden, die ebenfalls in der Luftfahrthinderniskarte eingezeichnet waren. Ein Skilift im Bereich der Unfallstelle war nicht als Hindernis in der Luftfahrthinderniskarte eingezeichnet, da er die für die Meldepflicht erforderliche Höhe von 25 m über Grund nicht erreichte.

Der Pilot interpretierte während des Anfluges den Skilift als eines der eingezeichneten Hindernisse, so dass er der Meinung war, alle Seile zu sehen und unter Kontrolle zu haben, dabei aber das Seil, mit dem es zur Kollision kam, übersah.

Sicherheitshinweis Nr. 14, 28.03.2017

Helikopterpiloten, die nahe am Gelände fliegen, sollten sich bewusst sein, dass die in Hinderniskarten verzeichnete Hindernissituation unvollständig oder falsch sein kann. Einerseits können Hindernisse vorhanden sein, die aufgrund fehlender Meldung oder aufgrund der Tatsache, dass sie die für die Meldepflicht erforderliche Mindesthöhe nicht erreichen, nicht verzeichnet sind. Andererseits können die realen Hindernisse anders verlaufen, als in der Karte eingezeichnet ist.

Es ist daher von grosser Wichtigkeit, die Hindernissituation korrekt zu interpretieren. Dazu gehören einerseits das eindeutige Identifizieren der dargestellten Hindernisse mit den realen Hindernissen sowie die Verifikation deren Verlaufs. Andererseits muss stets berücksichtigt werden, dass noch weitere Hindernisse vorhanden sein können.

Schwerer Vorfall eines Verkehrsflugzeuges in Lugano, 13.10.2015

Am 13. Oktober 2015 kam es unter minimalen Wetterbedingungen bei einem Anflug des Verkehrsflugzeuges DHC-8-402, eingetragen als OE-LGL, mit 55 Passagieren an Bord, rund 3 km südwestlich des Flughafens Lugano (LSZA) zu einer gefährlichen Annäherung an das Gelände. Aufgrund der Bodenannäherungswarnung «Pull up» leitete die Flugbesatzung einen Durchstart ein, folgte dem Fehlanflugverfahren zum Warteraum über dem Wegpunkt PINIK und entschloss sich in der Folge zur Ausweichlandung in Mailand-Malpensa (LIMC).

Im Anflug nach Lugano folgte die Flugbesatzung einem Sichtanflug mit vorgeschriebenen Flugwegen (visual approach on prescribed track), das durch das Flugbetriebsunternehmen entwickelt worden war und im Training verwendet wurde. Das verwendete Verfahren war risikoreich und entsprach keinem der im Luftfahrthandbuch der Schweiz veröffentlichten Verfahren.

Sicherheitsdefizit

Rund ein Jahr vor dem schweren Vorfall waren nach abgeschlossener Evaluierung dieses Sichtanflugverfahrens sämtliche Unterlagen seitens Flugbetrieb beim Flughafen-

betreiber des Flughafens Lugano sowie bei der Platzverkehrsleitstelle in Lugano hinterlegt worden.

Innerhalb des Bundesamts für Zivilluftfahrt (BAZL) gibt es eine Arbeitsgruppe für Flugverfahren (AGF), die schweizweit mit allen Flugplätzen, die über IFR-Verfahren verfügen, regelmässige Treffen abhalten. Solche Treffen unter Einbezug der wichtigsten Wissensträger hätten zeitnah einen Austausch wesentlicher Informationen und somit eine verbesserte Aufsicht des BAZL sichergestellt. Das letzte Treffen mit Vertretern des Flughafens Lugano fand im Jahr 2005 statt. Dieser weit zurückliegende Informationsaustausch zum Flugbetrieb in Lugano wurde daher als Sicherheitsdefizit erkannt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 535, 14.12.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte zusammen mit allen Flugplatzbetreibern in der Schweiz, die über IFR-Verfahren verfügen, und den entsprechenden Wissensträgern geeignete Massnahmen für einen regelmässigen Informationsaustausch ergreifen.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Mit Schreiben vom 22. Januar 2018 antwortete das BAZL, dass die Arbeitsgruppe Flugverfahren (AGF) einen regelmässigen Informationsaustausch zwischen den Flugplätzen mit IFR-Verfahren und dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sicherstellt und das BAZL bei der Beurteilung von bestehenden sowie zu ändernden oder neuen IFR-Verfahren unterstützt. Im Weiteren erarbeitet sie Entscheidungsgrundlagen zur Genehmigung von IFR-Verfahren.

Die Hauptaufgaben der AGF sind gemäss Mandat:

- Mitwirkung bei der Entwicklung eines Jahresprogramms zur systematischen Überprüfung bestehender IFR An- und Abflugverfahren (Periodische Überprüfung gemäss gesetzlichem Auftrag).
- Integrale Überprüfung bestehender IFR An- und Abflugverfahren unter Berücksichtigung der dafür verwendeten und vorhandenen Infrastruktur. Dazu gehören auch die Prüfung der eingesetzten Flugzeugtypen sowie, wo nötig, die Crew Qualification.
- Abschliessende flugsicherungstechnische und operationelle Analyse von Gesuchen geänderter oder neuer IFR-Verfahren, insbesondere neuer IFR-An- und Abflugverfahren.
- Erstellen von Berichten und Empfehlungen über die Ergebnisse der Überprüfung bestehender, geänderter oder neuer IFR-Verfahren. Diese gehen direkt an den Leiter Sicherheit und Infrastruktur oder den Gesamtprojektleiter.
- Bearbeitung von besonderen Problemkreisen in Zusammenhang mit neuen Navigationstechnologien.
- Erfahrungsaustausch zwischen den Experten.

Für Landesflughäfen sind zwei Sitzungen pro Jahr vorgesehen, für Regionalflugplätze eine Sitzung. Je nach Bedarf kann die AGF jederzeit für weitere Sitzungen einberufen werden.

Unfall eines Motorflugzeuges in Bex, 18.11.2015

Am 18. November 2015 startete das Flugzeug des Typs EA 300 / 200 mit der Immatriculation HB-MSW von der Piste 33 des Flugplatzes Bex (LSGB), um Platzrunden zu fliegen. Der Pilot sass hinten und der Fluglehrer vorne.

Nach einem Landeanflug ohne Schub, mit dem eine Motorpanne simuliert werden sollte, leitete der Pilot auf einer geschätzten Höhe von 3 Metern die Glissade aus und landete. Zu Übungszwecken gab der Fluglehrer dem Piloten die Anordnung, nach dem Aufsetzen wieder durchzustarten (touch and go), um dieses Manöver zu wiederholen. Der Pilot drückte den Schubhebel nach vorne und das Flugzeug stieg auf etwa 2 bis 3 Meter über dem Boden, als Pilot und Fluglehrer einen Leistungsverlust des Motors bemerkten. Der Fluglehrer übernahm das Steuer, schaltete das Triebwerk ab und setzte mit der HB-MSW ohne zu zögern auf der Piste auf. Das Flugzeug überrollte das Pistenende, kippte über die Nase nach vorne und blieb auf dem Rücken liegen. Aufgrund der Untersuchung kann als Unfallursache nicht ausgeschlossen werden, dass sich der Treibstoffwählschalter während dieser Übung in der Position «WING TANKS» befand. Dies hätte einen Verlust der Treibstoffzufuhr zum Motor zur Folge gehabt.

Sicherheitsdefizit

Wenn das Flugzeug des Typs Extra 300 / 200 nicht für Kunstflug benutzt wird und sich Treibstoff in den Flügeltanks befindet, empfehlen gewisse Betreiber, nach dem Start ab einer Höhe von 800 Fuss über dem Flugplatz (Above Aerodrome Level – AAL) den Treibstoff in den Flügeltanks zu verwenden. Beim Landeanflug, auf einer Höhe von gegen 1000 Fuss AAL, wird der Treibstoffwählschalter wieder auf «CENTER (ACRO) TANK» gestellt. Werden mehrere Platzrunden geflogen, so muss bei diesem Vorgehen der Treibstoffwählschalter innerhalb eines ziemlich kurzen Zeitraums sehr oft betätigt werden. Dadurch erhöht sich das Risiko, dass einmal vergessen wird, den Treibstoffschalter umzulegen.

Weil im Übrigen die Flügeltanks permanent miteinander verbunden sind, kann beim Seitengleitflug (Glissade) der Treibstoff von einem Tank in den anderen fließen, ohne dass der Pilot dies bemerkt.

Die meisten Anflüge mit der Extra 300 / 200 werden mittels Glissade nach links durchgeführt, die oft bis zu einer Höhe von einigen Metern über Boden beibehalten wird. Versuche mit dem Treibstofffluss haben Folgendes ergeben: Wenn solche Anflüge mit dem Treibstoffwählschalter in der Position «WING TANKS» bei wenig Treibstoff in den Flügeltanks durchgeführt werden, dann kann der verbleibende Treibstoff rasch und vollständig in den linken Tank abfliessen und einen Unterbruch der Treibstoffzufuhr zum Motor zur Folge haben.

Sicherheitshinweis Nr. 16, 07.06.2017

Das Risiko einer Unterbrechung der Treibstoffzufuhr ist zu vermindern. Deshalb sollten die Betreiber prüfen, ob es sinnvoll ist, während Platzrunden die Flügeltanks zu benutzen, denn dabei besteht die Gefahr, dass möglicherweise vergessen wird, vor der Landung den Treibstoffwählschalter auf «CENTER (ACRO) TANK» umzustellen.

Gefährdung eines Verkehrsflugzeuges durch Gepäckwagen am Flughafen Zürich, 09.02.2016

Am 9. Februar 2016 setzte sich am Flughafen Zürich eine Reihe von sieben aneinandergehängten Gepäckwagen, angetrieben durch stürmische Winde, selbständig in Bewegung und überquerte die in Betrieb stehende Landepiste. Dadurch wurde ein kurze Zeit später landendes Verkehrsflugzeug gefährdet.

Sicherheitsdefizit

Als systemische Ursache für diesen schweren Vorfall wurde ermittelt, dass die Gepäckwagen ungenügend gegen das Wegrollen gesichert waren, weil entsprechende Mittel und Verfahren fehlten. Zudem zeigte sich, dass vergleichbare Vorfälle in der Vergangenheit bereits mehrfach aufgetreten waren.

Sicherheitsempfehlung Nr. 526, 20.03.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte zusammen mit den Betreibern der Flugplätze geeignete Massnahmen ergreifen, die verhindern, dass sich Gepäckwagen und anderes Betriebsmaterial auf den Vorfeldern der Flugplätze durch starke Winde unkontrolliert verschieben können.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAZL hat die Sicherheitsempfehlung wie folgt umgesetzt: Die Vorgaben betreffend der Abstellordnung der Gepäckwagen sowie deren Sicherung bei Sturm am Flughafen Zürich wurden ergänzt und klare Zuständigkeitsgebiete der Unternehmen definiert. Neu muss die Sicherung der Gepäckwagen mittels Vollzugsmeldung an die Airport Authority gemeldet werden. Zusätzlich müssen die Gepäckwagen regelmässig gewartet werden, wobei das Datum der letzten Wartung durch eine Plombe am Fahrzeug ersichtlich sein muss. Defekte Gepäckwagen müssen umgehend aus dem Verkehr gezogen werden. Der Flughafen Zürich prüft die Einhaltung dieser Vorgaben insbesondere bei Sturmwarnung durch vermehrte Kontrollen. Das BAZL hat den Rückbau des nicht mehr erforderlichen Rollwegabschnittes A4, über welchen die Gepäckwagen auf die Piste gelangt sind, gegenüber der Flughafen Zürich bereits vor dem Vorfall im Rahmen der Sanierung Piste 28 verlangt. Mit dieser Massnahme kann die Breite der an die Piste angrenzende befestigte Fläche von heute 100 m auf

25 m reduziert und damit die Eintretenswahrscheinlichkeit eines ähnlichen Vorfalles reduziert werden.

Am Flughafen Genf erfolgt die Sicherung von Material gemäss den firmeninternen Vorgaben der einzelnen Dienstleistungsunternehmen. Bei Windwarnung wird das Vorfeld zusätzlich von der Airport Authority kontrolliert, um sicherzustellen, dass sämtliche Objekte, welche vom Wind weggetragen werden könnten, von den Dienstleistungsunternehmen korrekt gesichert oder weggeräumt sind.

Für die übrigen Flugplätze ist die Empfehlung sicherheitsmässig nicht relevant, da nur wenig Betriebsmaterial vorhanden ist und keine Gepäckwagen auf dem Vorfeld abgestellt werden.

Im Nachgang des schweren Vorfalles hat das BAZL zu diesem Thema ein Risk Assessment erstellt und die Gefahr ungenügender Sicherung von beweglicher Bodenausüstung in das Risikoregister aufgenommen. Zudem werden die flughafenseitig ergriffenen und im Flugplatzhandbuch dokumentierten Massnahmen im Rahmen der Aufsichtstätigkeit regelmässig überprüft.

Sicherheitsdefizit

Neben der ungenügenden Sicherung der Gepäckwagen wurde als Ursache dieses schweren Vorfalles ermittelt, dass die vorhandenen Warnsysteme, die den Pistenbereich vor einem unautorisierten Pistenzugang schützen sollten, keine Warnung ausgaben.

Sicherheitsempfehlung Nr. 527, 20.03.2017

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte zusammen mit dem Flugsicherungsunternehmen Skyguide und den Betreibern der Flugplätze prüfen, inwiefern die vorhandenen Systeme zur Warnung vor unautorisiertem Pistenzugang dahingehend modifiziert werden können, dass auch Betriebsmaterial wie Gepäckwagen und ähnliches erfasst werden kann.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAZL hat die Sicherheitsempfehlung wie folgt umgesetzt: Der Flughafen Zürich hat die Modifikation des vorhandenen Systems zur Warnung vor unautorisiertem Pistenzugang (Runway Incursion Monitoring and Collision Avoidance System – RIMCAS) geprüft und kommt in seiner Prüfung dabei zum Schluss, dass dieses kein geeignetes Werkzeug zur Erkennung kleinerer Objekte wie beispielsweise Gepäckwagen ist. Die Einführung eines zusätzlichen Systems (z.B. ein Radar zum Erkennen von Foreign Object Debris (FOD) ist vor einigen Jahren bereits einmal geprüft und aufgrund des damaligen Stands der Technik jedoch verworfen worden. Aufgrund des schweren Vorfalles vom 9. Februar 2016 war eine erneute Prüfung ausgelöst worden. Dabei wurde im Rahmen des auf Ende 2018 geplanten Teilersatzes des Bodenradars geprüft, inwieweit Objekte wie die Gepäckwagen oder sogar FOD auf der Piste 28 mit diesem System erkannt werden könnten. Dies hat sich als nicht

möglich erwiesen, eine erneute Prüfung erfolgt im Rahmen eines späteren Ersatzes des gesamten Bodenradars. Der Flughafen Genf hat das vorhandene RIMCAS zusammen mit Skyguide dahingehend angepasst, dass Primärechos nicht wie bisher ausgeblendet werden. Diese Massnahme wurde bereits vor dem Vorfall vom 9. Februar 2016 initiiert. Bis Ende 2017 wurde zudem die Installation eines FOD-Radars geprüft, aufgrund des aktuellen Stands der Technik aber verworfen. Im Weiteren wurde per Ende 2017 ein Prozess zur Inspektion des technischen Zustands von Bodenausrüstung, insbesondere Gepäckwagen, erstellt und Zonen für die Parkierung von Gepäckwagen, insbesondere bei wetterbedingten Risiken, definiert. Für die übrigen Flugplätze ist die Empfehlung sicherheitsmässig nicht relevant, da nur wenig Betriebsmaterial vorhanden ist und keine Gepäckwagen auf dem Vorfeld abgestellt werden. Ein System zur Warnung vor unautorisiertem Pistenzugang ist nicht installiert und wäre unverhältnismässig. Im Nachgang des schweren Vorfalls hat das BAZL zu diesem Thema ein Risk Assessment erstellt und die Gefahr ungenügender Sicherung von beweglicher Bodenausrüstung in das Risikoregister aufgenommen. Zudem werden die flughafenseitig ergriffenen und im Flugplatzhandbuch dokumentierten Massnahmen im Rahmen der Aufsichtstätigkeit regelmässig überprüft.

Sicherheitsdefizit

Die Untersuchung dieses schweren Vorfalls ermittelte als systemisch risikoreiche Faktoren:

- Die Zuständigkeiten bezüglich des Unterhalts der in einem Pool zusammengefassten Gepäckwagen waren unzureichend geregelt.
- Eine Übersicht über den technischen Zustand der Gepäckwagen fehlte.
- Es kam ein ausschliesslich reaktives Unterhaltskonzept zur Anwendung.

Als Folge davon war es möglich, dass Defekte an Bremsen dieser Gepäckwagen während langer Zeit unentdeckt blieben.

Sicherheitshinweis Nr. 15, 28.03.2017

Die mit dem Betrieb und Unterhalt von Gepäckwagen und anderem Betriebsmaterial auf den Vorfeldern der Flugplätze betrauten Unternehmen sollten wirksame Verfahren entwickeln, die die Betriebstüchtigkeit dieser Geräte sicherstellen.

Unfall eines Motorflugzeuges bei Löhningen, 26.08.2016

Der Pilot eines Flugzeuges Robin DR 400/180 R startete am 26. August 2016 kurz vor 19:05 Uhr mit maximaler Motorleistung und bei leichtem Gegenwind mit drei Passagieren an Bord zu einem Rundflug. Unmittelbar nach dem Abhe-

ben begann das Flugzeug unter einem hohen Anstellwinkel nach links zu rollen und gewann kaum an Höhe. Aufgrund einer Drift nach links über abfallendes Gelände verschärfte sich die geschwindigkeitsinstabile Flugphase ausserhalb des Bodeneffekts zusehends, so dass das Flugzeug infolge eines Strömungsabrisses (stall) über den linken Flügel abkippte und aus geringer Höhe auf den harten, ausgetrockneten Boden eines Sonnenblumenfeldes prallte.

Sicherheitsdefizit

Als Folge der beim Aufprall auftretenden Nickbewegung des Flugzeuges zogen sich die Insassen je nach Rückhaltesystem der jeweiligen Sitze unterschiedlich schwere Verletzungen zu:

- Der Pilot erlitt dank dem installierten und getragenen 4-Punkte-Gurtesystem keine Kopfverletzungen.
- Die Passagiere zogen sich erhebliche Verletzungen am Rücken und Kopf zu; im Fall der Passagierin auf dem vorderen rechten Sitz handelte es sich infolge des Anpralls ihres Kopfes gegen das Instrumentenbrett um ein schwerstes Schädel-Hirn-Trauma mit tödlichem Ausgang einige Tage später.

Die SUST stellte fest, dass im Zuge der erlassenen EU-Verordnung 2016/1199 die revidierte Anforderung, wonach nur noch ein 3- oder 4-Punkte Rückhaltesystem für Flugzeuge mit einem Lufttüchtigkeitszeugnis ab dem 25. August 2016 verbindlich ist, einen deutlichen Rückschritt hinsichtlich des Schutzes der Flugzeuginsassen vor erheblichen Körperverletzungen bedeutet. Ebenso ist vor diesem Hintergrund die Funktion der Insassen unerheblich und die Einschränkung auf die Pilotensitze (flight crew seat) mit Einführung der EU-Verordnung 965/2012 Inkrafttreten vom 28. Oktober 2012 bei «Non-Commercial Air Operations with Other-Than Complex Motor-Powered Aircraft [PART NCO]» nicht nachvollziehbar.

Sicherheitsempfehlung Nr. 536, 18.12.2017

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollte Massnahmen ergreifen, dass alle Insassen, insbesondere auch auf den Frontsitzen, vor erheblichen Verletzungen an Kopf und Oberkörper geschützt sind.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Mit Schreiben vom 8. Februar 2018 antwortet die EASA, dass die Anforderungen gemäss den Federal Aviation Requirements (FAR) bzw. Certifications Standards (CS) identisch sind und Bauvorschriften betreffen, die im Rahmen der Zertifizierung eines Luftfahrzeuges eingehalten werden müssen.

Ungeachtet dieser Zertifizierungskriterien erachtet die SUST jedoch die revidierte Anforderung im Zuge der erlassenen EU-Verordnung 2016/1199, wonach nur noch ein 3- oder 4-Punkte Rückhaltesystem für Flugzeuge mit einem Luft-

tüchtigkeitszeugnis ab dem 25. August 2016 verbindlich ist, als einen deutlichen Rückschritt betreffend Schutz der Flugzeuginsassen vor erheblichen Körperverletzungen. Ebenso ist vor diesem Hintergrund die Funktion der Insassen unerheblich und die Einschränkung auf die Pilotensitze (flight crew seat) mit Einführung der EU-Verordnung 965/2012 nicht sicherheitsbewusst.

Aus genannten Gründen ist die SUST der Ansicht, dass das vorliegende Sicherheitsdefizit nach wie vor Bestand hat, weshalb die Sicherheitsempfehlung als nicht umgesetzt betrachtet wird.

5.3 Eisenbahnen

Brand in einer Lokomotive in Hergiswil, 17.07.2014

Am 17. Juli 2014 um 19:45 Uhr wurde in Hergiswil an der am Zugschluss eines Pendelzugs eingereihten Lokomotive der Zentralbahn starke Rauchentwicklung festgestellt. Die Klimaanlage im hinteren, unbesetzten Führerraum der Lokomotive geriet in Brand.

Sicherheitsdefizit

Der Brand ist darauf zurückzuführen, dass im unbesetzten hinteren Führerraum in der Klimaeinheit der Elektromotor des Radialventilatorsatzes zuerst blockierte, mangels Schutzeinrichtung weiterhin durch seine Stromquelle gespeist wurde und sich bis zum Brandausbruch erhitzte.

Der Elektromotor wurde direkt, ohne Sicherung, von der Stromquelle gespeist. Bei Elektromotoren dieser Leistungsklasse ist dies zugelassen. Der Brandfall zeigt jedoch, dass es zu einem Brandausbruch führen kann. Die Folgen könnten insbesondere bei einer Brandausbreitung während Fahrten in längeren Tunneln verheerend sein.

Sicherheitsempfehlung Nr. 83, 21.03.2017

Das BAV sollte die Vorgaben zur Überwachung von Elektromotoren im Hinblick auf eine selbständige Trennung von der Stromquelle bei technischen Problemen prüfen und nötigenfalls anpassen.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAV ist der Meinung, dass sie in den Ausführungsbestimmungen zur EBV (AB-EBV) das Schutzziel vorgeben und auf die in diesem Zusammenhang einzuhaltenden EN-Normen verweisen. Aus Sicht des BAV sind damit die einzuhaltenden Vorschriften klar definiert und eine zusätzliche Ergänzung dieser ist nicht notwendig. Die korrekte Anwendung der Normen bzw. die Beachtung der Vorschriften liege in der Verantwortung des Bahnunternehmens.

Entgleisung eines Personenzuges nach einem Erdbeben in Tiefencastel, 13.08.2014

Am 13. August 2014 um 12:18 Uhr ist der Zug RE 1136 St. Moritz–Chur der Rhätischen Bahn zwischen Tiefencastel und Thusis von einem Erdbeben getroffen worden und entgleist. Ein Wagen stürzte ca. 20 m einen Steilhang hinunter und wurde durch Bäume angehalten. Von den rund hundertfünfzig Passagieren wurden acht Reisende schwer und acht Reisende leicht verletzt. Eine schwer verletzte Person erlag ihren Verletzungen neun Tage nach dem Ereignis. Der Sachschaden an der Infrastruktur und am Rollmaterial war beträchtlich.

Sicherheitsdefizit

Im Passagierabteil des gestürzten Wagens lagen Teile der Deckenverschalung am Boden. Eine Deckenverschalung besteht aus Aluminium und hat teilweise scharfe Kanten sowie eine Masse von rund 6 kg. Die Deckenverschalungen werden an der Wagendecke durch Schnappverschlüsse gehalten. Bei Zugunfällen (Zusammenstoss, Entgleisung) können sich diese Dachverschalungen leicht aus ihren Halterungen lösen, in den Fahrgastraum fallen und mitfahrende Personen verletzen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 111, 02.03.2017

Das BAV sollte die Vorgaben für die Befestigung von Verschalungen in Innenräumen von Reisezugwagen überprüfen und wo nötig so anpassen, dass diese sich bei grösseren Erschütterungen nicht lösen können.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hat die Sicherheitsempfehlung in die aktuelle Überarbeitung der AB-EBV aufgenommen. Das heisst, dass im Zuge der Weiterentwicklung dieser Ausführungsbestimmungen die Vorgaben für die Befestigung von Verschalungen in Innenräumen von Reisezugwagen überprüft werden. Die Publikation der revidierten AB-EBV ist für das Jahr 2020 vorgesehen.

Sicherheitsdefizit

Wegen einer Lücke in der Netzabdeckung zur mobilen Kommunikation war das Aufbieten der Notfallorganisation nicht sofort möglich.

Sicherheitshinweis Nr. 4, 02.03.2017

Die Rhätische Bahn AG sollte sicherstellen, dass die Möglichkeit zur Alarmierung in Notfällen an allen Stellen ihres Streckennetzes jederzeit vorhanden ist.

Radscheibenbruch bei den Appenzeller Bahnen in Jakobsbad, 30.09.2014

Am 30. September 2014 gegen 06:15 Uhr entgleiste nach der Einfahrweiche im Bahnhof Jakobsbad der Zwischenwagen B 245 des Zuges 1057 mit dem führenden Drehgestell. Bei der Aufgleisung stellte man einen Radscheibenbruch fest. Der Radscheibenbruch am Zwischenwagen B 245 ist auf eine zu hohe Beanspruchung der Radscheibe zurückzuführen. Die zu hohe Beanspruchung der Radscheibe resultierte aus der Erhöhung der Kurvengeschwindigkeit von 40 auf 45 km/h.

Sicherheitsdefizit

Bei einer Anpassung der Betriebsverhältnisse wurde nicht sichergestellt, dass die sicherheitsrelevanten Aspekte der technischen Netzzugangsbedingungen gewährleistet sind.

Sicherheitshinweis Nr. 5, 13.07.2017

Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, sind schon bei geringfügig geänderten Betriebsverhältnissen (Anpassung an der Gleisgeometrie, Erhöhung der Kurvengeschwindigkeit) die Auswirkungen auf das Rollmaterial zu berücksichtigen.

Entgleisung eines Tragschnabelwagens in Aarau, 24.05.2015

Am 24. Mai 2015 um 01:27 Uhr entgleiste im Güterbahnhof von Aarau kurz nach der Abfahrt ein in einem Zug eingereihter 32-achsiger Tragschnabelwagen mit drei Achsen auf einer Weiche. Das Ladegut, ein Transformator, musste vorgängig seitwärts verschoben werden. Der Wagen befand sich zum Zeitpunkt der Entgleisung auf zwei ablenkenden Weichen in einer S-Kurve. Es wurde niemand verletzt und der Sachschaden war gering.

Die Entgleisung ist auf zwei kausal zusammenhängende Faktoren zurückzuführen:

- Eine zu grosse Seitenverschiebung des Ladegutes und die daraus resultierende Entlastung der kurvenaussenseitigen Räder in einer S-Kurve;
- Eine falsche Vorgabe in der Anordnung aufgrund eines Fehlers im Informatiktool «Railwin», der einen unzulässigen Fahrweg ermöglichte.

Beigetragen haben:

- Das unkritische Ausführen der Verschiebung um mehr als das Vierfache des angeordneten Wertes.
- Ein fehlendes Warnsystem bei unzulässiger Radentlastung.

Sicherheitsdefizit

Beim Tragschnabelwagen ist eine technische Einrichtung vorhanden, die einzig aufgrund eines zu grossen Rollweges mittels eines drehenden orangen Lichts warnt, jedoch nicht eine unzulässige Radentlastung feststellt.

Sicherheitshinweis Nr. 6, 13.07.2017

Es sollte eine Vorrichtung geschaffen werden, die eine unzulässige Radentlastung feststellt und dadurch einen Alarm auslöst.

Sicherheitsdefizit

Im vorliegenden Fall wurde der Verschiebewert gegenüber der Anordnung um das 4-Fache überschritten – was zu einem unsicheren Zustand führte – und dieses Überschreiten wurde nicht kritisch hinterfragt. Das massive Überschreiten von Vorgabewerten kann unsichere Zustände ergeben, die zu Betriebseinschränkungen führen können.

Sicherheitshinweis Nr. 7, 13.07.2017

Die Mitarbeiter sollen dahingehend instruiert werden, dass massive Abweichungen von Vorgabewerten kritisch hinterfragt werden.

Entlaufen und Entgleisung eines TRAVYS-Zugs bei Baulmes, 02.10.2015

Am 2. Oktober 2015, um 8.28 Uhr, begann der unbeladene TRAVYS-Dienstzug 8008 kurz nach dem Bahnhof Ste-Croix zu entlaufen, um schliesslich auf offener Strecke in einer Linkskurve zwischen den Haltestellen Trois-Villes und Six-Fontaines zu entgleisen. Der Zug bestand aus dem Steuerwagen BDt Nr. 53 und dem Triebwagen Be 4/4 Nr. 2. Die Strecke weist eine Neigung von bis zu 44 ‰ auf. Der Lokführer sprang bei einer Geschwindigkeit von 30 bis 40 km/h ab. Er erlitt Prellungen. Der Steuerwagen, der sich an der Spitze des Zuges befand, riss zwei Fahrleitungsmasten um, kippte anschliessend auf die Schienen und kam rund 150 Meter nach der Entgleisungsstelle auf der Böschung zum Stillstand. Der Triebwagen entgleiste und rammte einen Fahrleitungsmast. Die Ursache für das Entlaufen des Zugs 8008 war, dass die Bremskraft der automatischen Bremse infolge verschiedener ungeeigneter Manipulationen während der beiden Nothalte so stark vermindert war, dass der Zug auf einer Neigung von 40 ‰ nicht gegen das Entlaufen gesichert werden konnte.

Die Fahrzeuge Be 4/4 Nr. 1 und 2 sowie die Steuerwagen, die Ende der 1970er-Jahre in Betrieb genommen wurden, weisen technische Besonderheiten im Bereich der automatischen Bremse und der Türsteuerung auf.

Was die automatische Bremse betrifft, so werden beim Auslösen der Sicherheitsanlage oder der Zugbeeinflussung die Hauptbremsleitung und gleichzeitig auch die Speiseleitung

entleert. Was die Überwachungssysteme anbelangt, so ist die Türsteuerung (Steuerungsfunktion) an die Kreisläufe der Sicherheitsanlage (Sicherheitsfunktion) gekoppelt.

An diesen Fahrzeugen wurden andere Lösungen gewählt als diejenigen, die an Fahrzeugen aus dieser Zeit üblich sind. Bei einer Störung im Zusammenhang mit diesen technischen Einrichtungen können fehlende Kenntnisse des Fahrpersonals Risikosituationen hervorrufen.

Sicherheitsdefizit

Die ungeeigneten Manipulationen des Lokführers bei der Störungssuche während der beiden Nothalte hinter Ste-Croix sind auf mangelnde technische Kenntnisse und auf eine Fehleinschätzung der Situation zurückzuführen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 112, 03.04.2017

Die SUST empfiehlt dem BAV, im Rahmen der Ausbildung des Fahrpersonals spezifische Schulungsmodule im Bereich der Bremsen und der Türsteuerung vorzusehen, solange diese Fahrzeuge im Betrieb stehen oder diese Besonderheiten bestehen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV wird die Wirksamkeit der Ausbildung respektive den Ausbildungsstand im Rahmen der Aufsichtstätigkeit überprüfen.

Sicherheitsdefizit

Die Türsteuerung (Steuerungsfunktion) ist an die Kreisläufe der Sicherheitsanlage (Sicherungsfunktion) gekoppelt. Bei einer Störungssuche an einer Tür wird die Hauptbremsleitung entleert.

Sicherheitsempfehlung Nr. 113, 03.04.2017

Die SUST empfiehlt dem BAV, die Kreisläufe der Türsteuerung von denjenigen der Sicherheitsanlage trennen zu lassen.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das Bahnunternehmen muss evaluieren, wie viele Fahrzeuge umgebaut werden müssen und wie komplex und kostspielig der Umbau ist. Auch das Nutzungskonzept sowie die verbleibende Nutzungsdauer der Fahrzeuge sind zu berücksichtigen. Zu klären ist ausserdem, wie oft während des Betriebs die Türnotentriegelung von den Fahrgästen betätigt wird. Anhand all dieser Parameter lässt sich bestimmen, ob ein Umbau angeordnet werden muss (Verhältnismässigkeitskriterien).

Laut Angaben des Unternehmens TRAVYS werden die beiden Triebwagen vom Typ Be 4/4 II aus Gründen des Komforts und des Einstiegs nicht mehr für den Personenverkehr verwendet, sondern kommen beim Unterhalt der Infrastruktur zum Einsatz.

Die Kosten für die Änderung werden von TRAVYS auf rund 4000 Franken pro Fahrzeug geschätzt. Die Änderung be-

steht darin, dass anstelle einer Auslösung der Sicherheitsanlage eine Traktionsabschaltung erfolgt.

Das BAV vertritt die Auffassung, dass die Kosten für die Änderung an zwei Fahrzeugen, die nur noch für den Unterhalt der Infrastruktur eingesetzt werden, in keinem Verhältnis zum Nutzen stehen. Aus diesem Grund verzichtet das BAV auf eine Umsetzung dieser Empfehlung. Auf jeden Fall muss das Fahrpersonal bei der Erstausbildung sowie bei den periodischen Instruktionen im Hinblick auf diese technische Besonderheit geschult werden. Siehe auch die Empfehlung Nr. 112 in Bezug auf die Ausbildung des Fahrpersonals.

Sicherheitsdefizit

Die Beurteilung der persönlichen Voraussetzungen ist eine Vorbedingung für die Zulassung zur Ausbildung als Lokführer/in der Kategorien B und B100. Wie sich im Rahmen der Unfalluntersuchung gezeigt hat, kann ein Lokführer, der bei der Zulassung zur Ausbildung als tauglich erklärt wurde, nach einer späteren zusätzlichen Untersuchung der persönlichen Voraussetzungen jedoch als untauglich erklärt werden. Überdies sind die Prognosen, die bei der Beurteilung der persönlichen Voraussetzungen gestellt werden, mit einer gewissen Unsicherheit behaftet.

Eine Untauglichkeit birgt das latente Risiko, dass sich ein Lokführer unsachgemäss verhält.

Sicherheitsempfehlung Nr. 114, 03.04.2017

Die SUST empfiehlt dem BAV, zu prüfen, ob die heutigen Anforderungen bei der Beurteilung der persönlichen Voraussetzungen für die Zulassung zur Ausbildung als Lokführer/in verfeinert und diese Verfeinerungen in die heute vorgeschriebene psychologische Tauglichkeitsuntersuchung integriert werden können.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAV kommt zum Schluss, dass sich die Tauglichkeit einer Person im Laufe der Zeit verändern kann. Das BAV sieht daher keinen Anlass für eine Verfeinerung der Anforderungen an die persönlichen Voraussetzungen für die Zulassung zur Ausbildung als Triebfahrzeugführer/in und betrachtet diese Sicherheitsempfehlung als umgesetzt. Die Richtlinie «Psychologische Tauglichkeitsuntersuchung» des BAV wird nicht geändert.

Sicherheitsdefizit

Eine Begleitung der Lokführer nach bestandener praktischer Zulassungsprüfung könnte die Erkennung von Schwächen auf dem Gebiet der persönlichen Voraussetzungen erleichtern.

Sicherheitsempfehlung Nr. 115, 03.04.2017

Die SUST empfiehlt dem BAV, zu prüfen, ob eine punktuelle Begleitung der Lokführer/innen in den ersten Monaten der Berufstätigkeit nach Abschluss der Ausbildung vorgeschrieben werden kann.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAV äussert, dass dieser Aspekt in Artikel 35 Absatz 2 der Verordnung des UVEK über die Zulassung zum Führen von Triebfahrzeugen der Eisenbahnen (VTE, SR 742.141.21) insofern geregelt ist, als die Hälfte der Mindestfahrpraxis in den ersten zwei Monaten nach Bestehen der Fähigkeitsprüfung erworben werden muss (siehe auch die Erläuterungen zur Umsetzung der Empfehlung Nr. 112).

Entgleisung von drei Wagen eines Güterzuges in Rotkreuz, 24.11.2015

Am Dienstag, 24. November 2015, um ca. 05:21 Uhr entgleisten im Bahnhof Rotkreuz drei Wagen eines Güterzuges auf einer Weichenverbindung. Es entstand Sachschaden an der Gleisanlage und am Rollmaterial. Personen wurden keine verletzt.

Sicherheitsdefizit

Die Entgleisung des Güterzuges ist auf die Zusammenstellung des Zuges mit schweren Wagen hinter leichten Wagen zurückzuführen. Die Einreihung von schweren Wagen hinter leichten Wagen erhöht das Risiko von Entgleisungen während des Bremsvorgangs. Vor allem bei langen Zügen und fahrdynamisch anspruchsvollen Gleisgeometrien bzw. Gleis-topologien können schnell sehr hohe längsdynamische Kräfte entstehen, die Entgleisungen von Fahrzeugen begünstigen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 110, 03.02.2017

Das BAV sollte dafür sorgen, dass das Auftreten und die möglichen Folgen von längsdynamischen Kräften innerhalb von Zügen mit heterogenen Anhängelasten bei der Zugsbildung zwingend beachtet werden.

Es sollten möglichst schwere Wagen vor Fahrzeugen mit geringer Achslast eingereiht werden.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Aus Sicht des BAV werden die Beherrschung der Längskräfte in gemischten Güterzügen mit FDV R300.5, Ziffer 3.3.1 (Bremsstellungen, Bremsart-Wechsel) und R300.14, Ziffer 2.7.1 (Bedienen der automatischen Bremse bei V-Reduktion und Haltebremsungen von druckluftgebremsten Güterzügen) betrieblich Rechnung getragen. Das BAV hat zudem die betroffenen EVU mit einem Schreiben auf die Problematik der «Haltebremsung bei Güterzügen» aufmerksam gemacht und eine Sensibilisierung des Lokpersonals empfohlen. Insbesondere wurden die EVU daran erinnert, dass Güterzüge bei der Fahrt über Weichen, welche in ablenkender Stellung mit höchstens 40 km/h befahren werden dürfen, die maximale Absenkung des Hauptleitungsdrucks um 0.5 bar beachten müssen. Ferner wird dieser Prüfpunkt in der «Checkliste Güterzüge», die anlässlich von Betriebskontrollen angewendet wird, aufgenommen.

Betreffend der Sicherheitsempfehlung, schwere Wagen vor Fahrzeugen mit geringer Achslast einzureihen, erachtet das BAV diese als betrieblich nicht oder nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand umsetzbar.

Personenunfall in Zürich Schweighof, 13.01.2016

Am Mittwoch, 13. Januar 2016 um ca. 17:29 Uhr wurde eine Reisende, die in der Haltestelle Zürich Schweighof der Sihltal Zürich Uetliberg Bahn (SZU) AG einen Arm zwischen den geschlossenen Türflügeln eingeklemmt hatte, vom abfahrenden Zug mitgezogen und schwer verletzt. Der Vorfall blieb dem Lokführer verborgen und der Zug fuhr weiter.

Sicherheitsdefizit

Bei der Fahrzeugflotte Be 556 der SZU lässt die Dimensionierung der Gummiprofile zwischen den Türflügeln zu, dass die Türflügel trotz eingeklemmten Gliedmassen geschlossen und verriegelt werden können, ohne dass das Hindernis vom Einklemmschutz der Türe detektiert wird.

Die Endlagen der Türen und Trittbretter werden bei der Fahrzeugflotte Be 556 nicht korrekt detektiert und trotzdem dem Lokführer als verriegelt gemeldet.

Werden im Störfall die Türen elektrisch und pneumatisch abgetrennt, müssen die Türflügel und das Trittbrett manuell geschlossen und mittels Vierkant mechanisch verriegelt werden. Bei der Be 556-Flotte genügt die mechanische und dadurch auch elektrische Verriegelung einer Komponente, um dem Lokführer eine komplett verriegelte Türe zu signalisieren. Ein aufgeklapptes Trittbrett und ein zweiter offener Türflügel werden nicht mehr erkannt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 120, 09.06.2017

Das BAV sollte dafür sorgen, dass bei der Be 556 Flotte ein den anerkannten Regeln der Technik entsprechender, wirksamer Einklemmschutz vorhanden ist und die Endlagen der Türen und der Trittbretter sicher und als zweifelsfrei geschlossen detektiert werden.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Die empfohlene Nachrüstung der Fahrzeuge der Be 556-Flotte auf die anerkannten Regeln der Technik (Norm SN EN 14752) ist nur mit einem Totlersatz des gesamten Türantriebs und dessen Steuerung realisierbar.

Die Be 556-Flotte soll nur noch bis Mitte 2022 eingesetzt werden, die notwendige Ersatzbeschaffung ist bereits in Planung. Die Triebwagen werden bereits heute nur noch reduziert eingesetzt (Montag bis Freitag in den Hauptverkehrszeiten).

Die SZU hat, ausgehend von den Ergebnissen des Schlussberichts, Sofortmassnahmen identifiziert und auf Ende 2017 umgesetzt. Diese umfassen u.a.:

- Das Anbringen von optischen Warn-Klebern;
- Die Verhinderung der Erhöhung der Ansprechzeit bei nacheinander folgenden Reversierungen (Basis für alle weiteren Sicherheitsmassnahmen);
- Eine aktive Türstoptaste im Einstiegsteiler auch bei Zwangsschliessung;
- Das Anzeigen eines Drückens der Türstoptaste im Einstiegsteiler durch einen Fahrgast auf der Türkontrolllampe im Führerstand.

Weitere Massnahmen sind geplant. Das Detail-Engineering wurde noch nicht durchgeführt. Die Inbetriebnahme und der Typentest der ersten umgebauten Plattform sind für März 2018 vorgesehen. Parallel dazu sollen das Engineering, das Zulassungskonzept sowie der Erarbeitung der Nachweise und der Umbaudokumentation erfolgen.

Das BAV beurteilt aufgrund der Ereignisstatistik das mit der Türschliessung verbundene Risiko als gering. Mit den von der SZU vorgeschlagenen Massnahmen werde das Risiko nochmals signifikant gesenkt.

Sicherheitsdefizit

Bei der Fahrzeugflotte Be 556 der SZU lässt die Dimensionierung der Gummiprofile zwischen den Türflügeln zu, dass die Türflügel trotz eingeklemmten Gliedmassen geschlossen und verriegelt werden können, ohne dass das Hindernis vom Einklemmschutz der Türe detektiert wird.

Die Endlagen der Türen und Trittbretter werden bei der Be 556-Flotte der SZU nicht korrekt detektiert und trotzdem dem Lokführer als verriegelt gemeldet.

Werden im Störfall die Türen elektrisch und pneumatisch abgetrennt, müssen die Türflügel und das Trittbrett manuell geschlossen und mittels Vierkant mechanisch verriegelt werden. Bei der Be 556-Flotte genügt die mechanische und dadurch auch elektrische Verriegelung einer Komponente, um dem Lokführer eine komplett verriegelte Türe zu signalisieren. Ein aufgeklapptes Trittbrett und ein zweiter offener Türflügel werden nicht mehr erkannt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 121, 09.06.2017

Das BAV sollte prüfen, ob bei anderen Fahrzeugtypen ein ähnliches Sicherheitsdefizit vorliegt und die geeigneten Massnahmen für deren Behebung ergreifen.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Die Prüfung durch das BAV hat ergeben, dass bei der SZU weitere einzelne Fahrzeuge mit ähnlichem Sicherheitsdefizit im Einsatz sind, jedoch die SZU Massnahmen ergriffen hat, um das Risiko zu mindern. Das BAV erachtet die getroffenen Massnahmen als ausreichend. Andere Bahnunternehmen hätten ihre Fahrzeuge im Türbereich um- und nachgerüstet, wodurch keine vergleichbaren Sicherheitsdefizite vorlägen.

Entgleisung eines Güterwagens während einer Rangierfahrt in Zürich-Mülligen, 20.01.2016

Am 20. Januar 2016 entgleiste im Bahnhof Zürich-Mülligen bei einer geschobenen Rangierbewegung, gebildet aus 8 Wagen, die hinterste Achse des an sechster Stelle eingereihten Wascosa-Wagens des Typs Habbillnss auf der Weiche 318. Die Entgleisung der hintersten Achse des Wagens Nr.33 85 2891 025-4 auf der Weiche 318 ist auf eine einseitige Radsatzentlastung zurückzuführen.

Die Radsatzentlastung wurde durch ein Zusammenspiel der folgenden Faktoren bewirkt:

- Vorbestehende Puffertellerbeschädigungen, verursacht durch zu hohe Pufferdrücke infolge nicht losgeschraubter Kupplungen in engen Gleisbögen.
- Zu hohe Querkräfte am Wagenende, generiert durch zu hohe Pufferdrücke.
- Geschobene leere Wagen über ablenkende Weiche.

Sicherheitsdefizit

Bei Fahrten durch Kurven respektive auf Weichen entstehen bei zu eng gekuppelten Wagen zwischen den Puffern der Kurveninnenseite grosse Kräfte, die Querkräfte an den Wagenkasten generieren. Dieser Vorgang hat beim Laufverhalten von längeren Wagen mit grösserem Überhang einen beträchtlichen Einfluss auf die Entgleisungssicherheit. Wenn insbesondere bei leeren Güterwagen das Verhältnis Achslast/Querkraft ungünstig wird, ist eine Radsatzentlastung jederzeit möglich.

Sicherheitsempfehlung Nr. 116, 01.05.2017

Das BAV sollte dafür sorgen, dass mit technischen Mitteln bei den Schraubenkupplungen sichergestellt wird, dass beim Befahren von Gleisbögen mit kleinen Radien durch längere Güterwagen keine unzulässigen Pufferkräfte entstehen können.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das BAV äussert, dass für eine Umsetzung von technischen Massnahmen an den Schraubenkupplungen UIC-Standards und allenfalls technische Spezifikationen für Interoperabilität (TSI) angepasst werden müssten. Aus Sicht des BAV sei die Anwendung technischer Mittel aus diesem Grund in nützlicher Frist nicht realisierbar und scheine unverhältnismässig.

Eine massgebliche Verbesserung sieht das BAV jedoch in der Umsetzung von betrieblichen Massnahmen. Die Analyse der übergeordneten Kupplungsvorschriften in den schweizerischen Fahrdienstvorschriften (FDV) ist im Handlungsbedarf der Weiterentwicklung A2020 (Jahr 2020) enthalten. Die Wirkung der Massnahme beschränkt sich dadurch nicht ausschliesslich auf Anschlussgleise (siehe dazu auch Sicherheitsempfehlung Nr. 117), sondern auf die gesamte Eisenbahninfrastruktur.

Sicherheitsdefizit

Um Beschädigungen an den Puffern und das Entgleisungsrisiko zu vermeiden, müssen bei Fahrten in Gleisbögen mit Kurvenradius < 135 m die Schraubenkupplungen von Güterwagen vorschriftgemäss losgeschraubt werden. In den Betriebsvorschriften der Betreiber der Anschlussgleise sind die Angaben über die minimalen Radien der Gleisbögen nicht immer aufgeführt. Ohne diese Angaben ist es für die Rangiermitarbeiter nicht möglich, zu bestimmen, in welchen Bereichen die Kupplungen zwischen den Wagen loszuschrauben sind.

Sicherheitsempfehlung Nr. 117, 01.05.2017

Das BAV sollte dafür sorgen, dass in den Betriebsvorschriften für Anschlussgleise die minimalen Gleisbögen aufgeführt und die betrieblichen Massnahmen zum Befahren der betroffenen Gleise geregelt werden.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Im Rahmen von Audits und Betriebskontrollen in Anschlussgleisen wird durch das BAV systematisch überprüft, ob enge Gleisradien durch die Anschlussgleisbetreiberin erfasst und bekanntgegeben werden und ob durch die Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) entsprechende Regelungen zum Befahren von engen Gleisradien erlassen wurden. In den bekannten Muster-Vorlagen für Betriebsvorschriften von Anschlussgleisen (z.B. VAP) werden die Thematik «enge Gleisradien» sowie die daraus resultierenden betrieblichen Massnahmen heute bereits berücksichtigt.

Explosion im Triebwagen des Personenzuges Nr. 538 in Fiesch, 08.03.2016

Am 8. März 2016 gegen 13:55 Uhr explodierte bei der Einfahrt des Zuges 538 der Matterhorn Gotthardbahn (MGB) in die Haltestelle Fiesch-Feriendorf der unter dem Triebwagen Deh 4/4 Nr. 52 eingebaute Stufenschalter. In der Folge fand eine zweite Explosion im Maschinenraum des Triebwagens statt.

Sicherheitsdefizit

Die Explosion ist auf die Entzündung verdampften Stufenschalterisoleröls aus dem nicht korrekt eingestellten Stufenschalter durch einen Lichtbogen beim Öffnen der Motortrennhüpfen zurückzuführen.

Da ein Kommutationsproblem zwischen Lastschalter und Stufenschalter oder ein technischer Defekt im Stufenschalter nicht ausgeschlossen werden kann, ist bei einer Fehlfunktion des Stufenschalters sicherzustellen, dass der Hauptschalter sofort ausgelöst wird und nicht mehr eingeschaltet werden kann. Die fehlende Drucküberwachung im Stufenschalter stellt ein klares Sicherheitsdefizit dar.

Sicherheitsempfehlung Nr. 118, 24.04.2017

Das BAV sollte dafür sorgen, dass Triebfahrzeuge mit BBC-Nieder- oder -Hochspannungsstufenschalter mit einer Drucküberwachung des Stufenschalters ausgerüstet sind.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das BAV hält fest, dass es noch sehr viele Fahrzeuge mit BBC-Nieder- oder Hochspannungsstufenschalter gibt. Alle Fahrzeuge nachzurüsten sei sehr aufwändig, insbesondere, wenn dies nicht im Rahmen einer Revision oder eines Umbaus erfolgen kann. Kausale Ursache sei nicht die fehlende Drucküberwachung, sondern die nicht korrekte Montage des Stufenschalters im Rahmen der Revision. Es sei allgemein bekannt, dass die Montage von Stufenschaltern sehr heikel ist und entsprechendes Wissen voraussetzt. Dieser Fahrzeugtyp wurde 1972 gebaut und ist seither ohne Probleme im Einsatz. Eine Nachrüstung mache in dem Fall nur dann Sinn, wenn diese Fahrzeuge noch längere Zeit im Einsatz bleiben, die Stufenschalter noch mehrere Revisionen vor sich haben und die Werkstatt nicht mehr in der Lage ist, die Stufenschalter korrekt einzustellen und zu prüfen. Diese Aussage gilt generell für alle Fahrzeuge mit Hoch- oder Niederspannungs-Stufenschalter. Es mache nicht Sinn auf Grund dieses Einzelereignisses, welches eindeutig auf falsche Montage zurückzuführen ist, alle Fahrzeuge mit Stufenschaltern mit einer Drucküberwachung nachzurüsten. Ob und in welchem Rahmen eine Nachrüstung mit Drucküberwachungsschaltern erfolgt oder ob andere Massnahmen nicht genau so zielführend seien, sollte den Betreibern überlassen werden.

Zentral erscheine, dass sich die Unternehmen der Problematik bewusst werden und sind, dass die Tätigkeit des Zusammenbaus von Stufenschaltern im Rahmen von Revisionen entsprechendes Wissen voraussetzt. Dieses muss systematisch gepflegt und wo notwendig geschult werden. Das BAV hat am 16.11.2017 ein entsprechendes Rundschreiben an die Fahrzeugbesitzer mit Fahrzeugen mit Hoch- oder Niederdruck-Stufenschalter versendet. Darin ist der Fall allgemein beschrieben und die Unternehmen wurden aufgefordert, die Fachleute entsprechend zu sensibilisieren, wo notwendig zu schulen und sicherzustellen, dass das notwendige Wissen erhalten bleibt.

Entlaufen eines Dienstwagens in Olten, 08.06.2016

Am 8. Juni 2016 um 01:30 Uhr hat sich zwischen Läuelfingen und der Haltestelle Trimbach die Kuppelstelle zwischen einem Dienstwagen für den Baudienst und einem Zweibegebagger getrennt, der Wagen ist entlaufen, durch den Bahnhof Olten gerollt, auf der Ausfahrseite Aarburg/Rothrist bei einer Weiche entgleist und dadurch gestoppt worden. Es gab keine Verletzten.

Sicherheitsdefizit

Dienstwagen können eine Zulassung erhalten, auch wenn sie bei einer Trennung der Kuppelstelle nicht selbsttätig bremsen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 122, 09.06.2017

Das BAV sollte die Mindestanforderung an das Bremssystem von Dienstwagen im Hinblick auf die Risiken aller Einsatzmöglichkeiten prüfen und nötigenfalls anpassen.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Sicherheitsdefizit

Die Bremsvorschriften für den Rangierdienst lassen ungebremste Fahrzeuge auf Gefällestrassen zu.

Sicherheitsempfehlung Nr. 123, 09.06.2017

Das BAV sollte prüfen, ob die geltenden Vorschriften bezüglich ungebremster Fahrzeuge im Rangierdienst auf die unumgänglichen Situationen beschränkt werden sollen oder allenfalls ergänzende Vorgaben nötig sind.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Sicherheitsdefizit

Gemäss bestehenden Vorgaben müssen Dienstfahrzeuge nicht mit einer Identifikation versehen sein. Die fehlende Identifikationsmöglichkeit erschwert das Erkennen nicht zugelassener und nicht konformer Dienstwagen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 124, 09.06.2017

Das BAV sollte dafür sorgen, dass an allen Dienstfahrzeugen eine Identifikation der Fahrzeugzulassung angebracht ist.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Seitliche Kollision einer Rangierbewegung mit einem Güterzug in Chiasso, 16.07.2016

Am 16. Juli 2016 um 00:46 Uhr kollidierte in Chiasso Smistamento eine Rangierbewegung seitlich mit einem ausfahrenden Güterzug. Es entgleisten mehrere Wagen, diese kippten zum Teil um oder gerieten in Schräglage. Es gab grossen Sachschaden. Es wurden keine Personen verletzt und es war kein Gefahrgut betroffen. Die seitliche Kollision ist darauf zurückzuführen, dass die Rangierbewegung in die Zufahrstrasse des Güterzuges fuhr.

Zum Unfall haben beigetragen:

- Die Wahl eines Halteorts zum Wenden der Rangierbewegung ohne direkte Sicht auf das gültige Zwergsignal.
- Es waren keine wirksamen spurbewirkten Schutzelemente vorhanden.
- Für die Rangierbewegung war keine wirksame Zugbeeinflussung vorhanden.
- Es bestand keine weitere Absicherung als die Vorschriften über die Ausführung von Rangierbewegungen.

Sicherheitsdefizit

Der Rangierbetrieb ist mehrheitlich über Vorschriften geregelt. Das Einhalten der Vorschriften ist weitgehend von der menschlichen Leistungsfähigkeit abhängig.

Spurbewirkte Schutzmittel sowie Sicherheitssysteme, die im Falle einer menschlichen Fehlbeurteilung grössere Auswirkungen verhindern, sind im Rangierdienst in vielen Fällen nicht vorhanden.

Im Wissen um die Tatsache, dass Menschen Fehler machen, stellt das Fehlen einer Rückfallebene für Situationen, die häufiger stattfinden und grössere Auswirkungen haben können, eine Schwächung der Sicherheit für den Bahnbetrieb dar.

Sicherheitsempfehlung Nr. 119, 12.10.2017

Das BAV sollte prüfen, ob:

- Die bestehenden Vorgaben für die risikoorientierte Prüfung von Gefährdungen von Zufahrstrassen durch Rangierbewegungen ausreichend sind.
- Die Unternehmen eine standardisierte, wiederkehrende Überprüfung solcher Situationen entsprechend den sich ändernden betrieblichen Abläufen vornehmen.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAV erachtet die bestehenden Vorgaben in den Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV) und im Kompendium Sicherungsanlagen des Verbandes öffentlicher Verkehr, R RTE 25053 für die risikoorientierte Prüfung von Gefährdungen von Zufahrstrassen durch Rangierbewegungen unter Berücksichtigung der Verhältnismässigkeit sowie die Schweizerischen Fahrdienstvorschriften (FDV) für betriebliche Massnahmen als ausreichend. Zudem ist das BAV der Auffassung, dass eine Infrastrukturbetreiberin zur Erlangung der zum Bauen und Betreiben von Eisenbahnanlagen benötigten Sicherheitsgenehmigung die Anforderungen nach Anhang II (SMS) der Verordnung (EU) 1169/2010 erfüllen muss. Für die Gesuchseingabe seien Verfahren zur Erfüllung dieser Anforderungen aufzuzeigen. Die zugehörigen Kriterien beinhalten systematische und durchgängige Verfahren zur Bewertung der Risiken von Änderungen. Die Berücksichtigung von betrieblichen Aspekten wird explizit vorgeben.

Durch die Prüfung dieser Anforderungen sei sichergestellt, dass die Unternehmen über entsprechende Verfahren verfügen müssen. Die Anwendung dieser Verfahren d. h. des Änderungsmanagements prüft das BAV stichprobenartig im Rahmen der Sicherheitsüberwachung.

Entgleisung eines Personenzugs, Les Brenets, 26.07.2016

Am 26. Juli 2016, um 7.22 Uhr, entgleiste der Zug Nr. 6 Le Locle – Les Brenets, bestehend aus dem Triebwagen BDe 4/4 Nr. 5, auf offener Strecke bei Bahnkilometer 2.100, weil die erste Achswelle in Fahrtrichtung gebrochen war. Es wurde niemand verletzt. Abgesehen von der gebrochenen Achse entstanden an Triebwagen und Infrastruktur nur geringfügige Schäden.

Grund für die Entgleisung des Triebwagens ist der Bruch der Achswelle 4, der vordersten Achse des Zugs Nr. 6 in Fahrtrichtung.

Folgende Faktoren trugen zum Achsbruch bei:

- falsche Lage der Keilnut auf der Achse;
- scharfe Kanten an der Kontaktstelle zwischen der Keilnut und dem Radius zwischen dem Antriebskranz und dem Radkörper;
- grobe Oberflächenbearbeitung der Keilnut;
- keine definierte Abrundung zwischen der Basis und den Flanken der Keilnut.

Sicherheitsdefizit

Achsen sind für die Sicherheit von zentraler Bedeutung. Jede Änderung oder Anpassung der Originalpläne des Konstrukteurs kann die Belastung der Achswelle verändern und sich negativ auf die Betriebssicherheit auswirken.

Sicherheitsempfehlung Nr. 126, 05.09.2017

Die SUST empfiehlt dem BAV, zu veranlassen, dass bei der Bestellung von Ersatzachsen die Dimensionierung dieser Achsen berechnet wird.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAV ist der Auffassung, dass diese Sicherheitsempfehlung bereits durch Artikel 8 EBV sowie durch die Richtlinie «Zulassung Eisenbahnfahrzeuge» des BAV abgedeckt ist. Ein Unternehmen, das Änderungen an Eisenbahnfahrzeugen vornimmt, muss beurteilen, ob diese Änderungen sicherheitsrelevant sind. Dieses Vorgehen ist den Eisenbahnunternehmen grundsätzlich bekannt, entweder aufgrund der zahlreichen bisherigen Kontakte mit dem BAV oder aus der vom Verband öffentlicher Verkehr (VöV) ausgearbeiteten Richtlinie (D-RTE 49100), die sich auf die oben genannte Richtlinie des BAV stützt. Das Vorgehen für die Zulassung von Eisenbahnachsen für Meterspurbahnen,

wozu auch die Strecke Le Locle–Les Brenets zählt, ist überdies in der Richtlinie «Strukturnachweise Meter- und Spezialspurbahnen» des BAV beschrieben.

Zudem werden im Rahmen von Stichproben, die das BAV im Zuge der periodischen Betriebskontrollen und Audits durchführt, fehlende Kenntnisse in Bezug auf diesen Prozess ergänzt.

In Anbetracht dessen sieht die Sektion Fahrzeuge keine Notwendigkeit für besondere Massnahmen, denn die Berechnung der Festigkeit der Achsen wird bei Änderungen, die die Laufwerke betreffen, systematisch angefordert und überprüft.

Sicherheitsdefizit

Die von den Herstellern erstellte technische Dokumentation für Fahrzeuge, die in den 1950er- und 1960er-Jahren in Betrieb genommen wurden, war nicht sehr detailliert. Die grosse Zahl an Plänen, die im Rahmen der Untersuchung zusammengetragen wurden, machen deutlich, dass bei der technischen Wartung dieser Fahrzeuge gewisse Schwierigkeiten bestehen. Der technologische Fortschritt, die zeitlich oft begrenzte Verfügbarkeit von Ersatzteilen beim ursprünglichen Hersteller sowie die Erneuerung des Unterhaltspersonals können zu einem Verlust von technischem Wissen führen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 127, 05.09.2017

Die SUST empfiehlt dem BAV, zu veranlassen, dass das Sicherheitsmanagement von TransN um einen Prozess für das Management der Obsoleszenz sicherheitsrelevanter Teile des Rollmaterials ergänzt wird.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das Sicherheitsmanagementsystem (SMS) zeigt auf, wie ein Unternehmen sicherheitsrelevante Aspekte systematisch und gezielt behandelt. Die Verantwortung dafür liegt beim jeweiligen Eisenbahnunternehmen.

Bei der materiellen Prüfung des SMS im Hinblick auf die Anforderungen, die in den Verordnungen (EU) Nr. 1158/2010 (Anhänge II und III) und Nr. 1169/2010 (Anhang II) definiert sind, berücksichtigt das BAV die Tätigkeiten und die Komplexität des Unternehmens. Das antragstellende Unternehmen muss gewährleisten, dass sämtliche betrieblichen Risiken überwacht und gemanagt und die Vorschriften eingehalten werden.

TransN besitzt eine Sicherheitsgenehmigung und eine Sicherheitsbescheinigung, die bis zum 1. Dezember 2018 gültig sind. Die Anforderung an die Risikokontrolle im Zusammenhang mit Instandhaltung und Materialbeschaffung (Anforderung B) wurde im Rahmen der Erneuerung im November 2015 überprüft. Dabei wurde der Nachweis erbracht, dass TransN über die erforderlichen Verfahren verfügt für:

- die klare Zuweisung der Zuständigkeiten für die Instandhaltung,

- die Festlegung der notwendigen Anforderungen und
- die Ermittlung von Risiken, die sich aus Mängeln, Konstruktionsfehlern oder Funktionsstörungen während der Nutzungsdauer ergeben.

Die dienstlichen Weisungen zur Bestimmung der verschiedenen Grenzwerte für sicherheitsrelevante Teile des Rollmaterials wurden nicht überprüft beziehungsweise waren nicht verfügbar.

Diese Anforderung und die entsprechenden Weisungen werden 2018 im Rahmen eines Managementgesprächs vertieft geprüft.

Entlaufen einer Rangierkomposition in Andermatt, 01.09.2016

Am 1. September 2016 um 07:51 Uhr rollte ein führerloser Rangiertraktor mit vier angekuppelten Reisezugwagen vom Abstellgleis aus dem Bahnhof Andermatt weg in Richtung Göschenen. Unterhalb der Teufelsbrücke entgleisten die Fahrzeuge in der Galerie Bätzberg und wurden dadurch gestoppt. Es befanden sich keine Personen in den Fahrzeugen. An der Infrastruktur und den Fahrzeugen entstand ein sehr grosser Sachschaden. Der Bahnbetrieb zwischen Andermatt und Göschenen war mehrere Tage unterbrochen.

Das Entlaufen ist auf eine ungenügende Festhaltekraft der Feststellbremse des Rangiertraktors zurückzuführen, da die Bauart des Bremsgestänges die benötigte Reibungskraft nicht sicherstellen konnte.

Zum Unfall haben beigetragen:

Durch das von der Rangierbremse unabhängige Bremsgestänge der Feststellbremse rieben die Bremsklötze nie gegen das drehende Rad und wurden nie an die Radlaufläche angepasst, gereinigt und aufgeraut.

Die fehlende Vorschrift für die Einstellung und Überprüfung der Bremswirkung der Feststellbremse.

Der folgende Faktor war zwar im vorliegenden Unfall weder ursächlich noch beitragend, wurde aber als risikoreich erkannt:

Bei einem Ausfall der Rangierbremse ist nur noch die Feststellbremse auf dem Rangiertraktor wirksam. Unter diesem Aspekt ist es sicherheitsrelevant, dass die Feststellbremse mindestens die Festhaltekraft für ein Gefälle von bis zu 40 % sicherstellt. Die aktuelle Feststellbremse erfüllt diese Anforderung nicht.

Sicherheitsdefizit

Die Feststellbremse ist mechanisch und pneumatisch unabhängig von der Rangierbremse. Sie wird ausschliesslich im Stillstand eingesetzt. Die Bremsklötze reiben nie gegen das drehende Rad und werden somit nicht an die Radlaufläche

und den Raddurchmesser angepasst, gereinigt und aufgeraut. Es besteht das Risiko, dass die Reibfläche zwischen den Bremsklötzen und den Radlauflächen zu gering ausfällt und die erwartete Bremswirkung nicht erbracht werden kann. Die Bremsklötze der Rangierbremse werden hingegen im Betrieb abgenützt und bleiben über die gesamte Reibfläche formschlüssig zum Profil der Radlauflächen.

Bei einem Ausfall der Rangierbremse ist bei einer Alleinfahrt des Rangiertraktors nur noch die Feststellbremse auf dem Rangiertraktor wirksam. Unter diesem Aspekt ist es sicherheitsrelevant, dass die Feststellbremse mindestens die Mindestfesthaltekraft für die Gefälle von 40 % sicherstellt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 129, 12.12.2017

Das BAV sollte veranlassen, dass auf dem typengleichen Rangiertraktor das Bremskonzept so angepasst wird, dass die Feststellbremse zu jeder Zeit genügend wirkt.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Sicherheitsdefizit

Das Unterhaltspersonal wechselt einmal jährlich die Bremsklötze der Feststellbremse gegen teilweise abgenützte Bremsklötze der Rangierbremse in der Annahme, dass sie wieder formschlüssig zum Profil der Radlauflächen sind. Für diese Arbeiten sowie für die Einstellung des Bremsgestänges der Feststellbremse besteht keine Vorgabe. Es besteht ebenfalls keine Vorgabe für die Überprüfung der Bremswirkung der Feststellbremse. Durch die fehlende Kontrolle der effektiven Wirkung der Feststellbremse besteht ein Risiko, dass eine mangelhafte Bremswirkung nicht erkannt wird.

Inwiefern weitere Fahrzeuge mit ähnlicher Bauweise mit getrennten Bremsgestängen zwischen der Betriebs- und der Feststellbremse existieren, ist der SUST nicht bekannt. Das Risiko würde dennoch bei solchen Fahrzeugen in gleicher Weise bestehen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 130, 12.12.2017

Das BAV sollte prüfen, inwiefern Fahrzeuge mit ähnlicher Bauweise der Feststellbremse bestehen und den jeweiligen Bahnunternehmung vorschlagen, eine Vorgabe für die Einstellung und für die Überprüfung der Bremswirkung der Feststellbremse dieser Fahrzeuge zu erstellen.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Zwei Achsbrüche zwischen Le Locle und Les Brenets, 11. und 27.07.2017

Am Dienstag, dem 11. Juli 2017, kurz nach der Ausfahrt aus dem Bahnhof Les Brenets, stellte der Lokführer des Zugs Nr. 23 Vibrationen unter dem Triebwagen BDe 4/4

Nr. 3 fest und hielt den Zug an. Gemäss der Dienstanweisung Nr. 45/2016 von TransN, welche im Anschluss an die Entgleisung vom 26. Juli 2016 herausgegeben worden war, fuhr der Lokführer den Zug Nr. 23 in den Bahnhof Les Brenets zurück. Als der technische Dienst von TransN den Triebwagen vom Bahnhof in Richtung Depot manövrierte, um eine Kontrolle durchzuführen, brach die erste Achse des Drehgestells 1.

Die Achse war 2006 in Betrieb genommen worden und hatte eine Laufleistung von rund 320 000 km.

Bei der Kontrolle der Achse durch die SUST stellte sich heraus, dass diese zwischen dem Antriebskranz und dem Radkörper gebrochen war.

Am Donnerstag, dem 27. Juli 2017, um 9.20 Uhr, verspürte der Lokführer des Zugs Nr. 10 in der Nähe von Bahnkilometer 2.5 Vibrationen unter dem Triebwagen BDe 4/4 Nr. 5. Er verringerte die Geschwindigkeit auf ca. 5 km/h. In der Nähe des Bahnkilometers 3.3 stellte er fest, dass die Vibrationen stärker wurden. Der Lokführer schaltete die Traktion ab und der Triebwagen blieb stehen. Anschliessend fuhr der Lokführer seinen Zug mit höchstens 5 km/h zum Bahnhof Les Brenets zurück. Im Bahnhof stellte der technische Dienst einen Achsbruch fest.

Die Achse war 2013 in Betrieb genommen worden und hatte eine Laufleistung von rund 140 000 km.

Bei der Kontrolle der Achse durch die SUST stellte sich heraus, dass die erste Achse des Drehgestells Nr. 1 wie in den früheren Fällen zwischen dem Antriebskranz und dem Radkörper gebrochen war.

Sicherheitsdefizit

Achsen sind für die Sicherheit zentrale Elemente der Laufwerke. Sie müssen eine sichere Fahrt der Fahrzeuge gewährleisten.

Angesichts der Anzahl Achsbrüche, die sich innert so kurzer Zeit bei mehreren baugleichen Fahrzeugen ereignet haben, besteht ein latentes Risiko, dass sich weitere Achsbrüche ereignen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 128, 05.08.2017

Die SUST empfiehlt dem BAV, die Triebwagen BDe 4/4 Nr. 2 bis 5 von TransN aus dem Verkehr zu ziehen, bis alle derzeit im Betrieb befindlichen Achsen ausgetauscht worden sind.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Mit Schreiben vom 8.8.2017 wurde transN aufgefordert, die Triebfahrzeuge BDe 4/4 Nr. 2 bis 5 aus dem Dienst zu nehmen.

5.4 Seilbahnen

Kollision von zwei Seilbahnfahrzeugen mit einem Hindernis in Ried Brig-Rosswald, 14.06.2014

Am 14. Juni 2014 verkehrten auf der Bergfahrt der Luftseilbahn Ried Brig-Rosswald (LRR) vier Fahrzeuge. Die Fahrzeuge 1 und 2 prallten um ca. 18:07 Uhr gegen das Geländer des Schutzgerüsts über der Nationalstrasse A9. Dadurch wurde die Tür von Fahrzeug 1 geöffnet, Gegenstände fielen auf das Schutzgerüst und ein Reisender konnte von den Mitreisenden vor dem Herausfallen festgehalten werden.

Die Kollision von zwei Fahrzeugen der LRR ist darauf zurückzuführen, dass die Seilbahn zum Zeitpunkt der Aufkolonierung nicht gemäss den Vorgaben des Herstellers betrieben wurde.

Zum Unfall haben beigetragen:

- Unsachgemässe Störungsbehebungen.
- Das Einsteigenlassen von Reisenden in das abfahrbereite Fahrzeug 1 ausserhalb des dafür vorgesehenen Einstiegsbereichs, d. h. nach der infrastrukturseitigen Vorrichtung, welche die Türen automatisch verriegelt.
- Der zu geringe Fahrzeugabstand zwischen den Fahrzeugen 1 und 2, der zu einem übermässigen Durchhang des Förderseils führte.
- Der gleichzeitige Einsatz von Betriebsleiter und Mitarbeiter mit wenig Erfahrung.

Sicherheitsdefizit

Zum Unfall hatte der gleichzeitige Einsatz von Betriebsleiter und Mitarbeiter mit wenig Erfahrung beigetragen.

Die Ausbildungsdauer betrug jeweils einen Tag. Die unsachgemässen Störungsbehebungen weisen darauf hin, dass in dieser kurzen Zeit keine genügenden Kompetenzen erworben werden konnten. Der Betrieb einzig mit wenig erfahrenen Mitarbeitern kann im Störfall Auswirkungen auf die Betriebssicherheit der Seilbahnanlage haben.

Sicherheitsempfehlung Nr. 103, 23.05.2017

Das BAV sollte im Rahmen seiner Überwachungstätigkeit überprüfen, ob die Seilbahnunternehmen ihre Verantwortung hinsichtlich Ausbildung und einer adäquaten Einsatzplanung der Mitarbeitenden genügend wahrnehmen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Die im Bericht ausgesprochene Sicherheitsempfehlung wird im Rahmen der Überwachungstätigkeit des BAV umgesetzt.

Sicherheitsdefizit

Das Nichtverriegeln der Türe von Fahrzeug 1 nach der manuellen Öffnung hat zum Unfall beigetragen.

Sicherheitshinweis Nr. 3, 23.05.2017

Die Metallstange zum manuellen Betätigen der Tür darf im Fahrgastbetrieb nur zur Notöffnung der Fahrzeugtür verwendet werden.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Die Solaris Schweiz hat beim entsprechenden Fahrzeugtyp (Solaris Urbino 8.9H) sämtliche in der Schweiz existierende Fahrzeuge modifiziert. Ein Wärmeschutz beim Turbolader wurde installiert sowie die Leitungsführung und deren Material verändert. Auch das Herstellerwerk von Solaris in Polen wurde durch den Vertreter in der Schweiz informiert, und das Herstellerwerk hat die nötigen Vorkehrungen bereits bei darauf folgenden Werksablieferungen beim Typ 8.9H vorgenommen.

5.5 Busse

Brand eines Postautos in Le Locle, 13.12.2015

Am Sonntag, dem 13. Dezember 2015, um 16.30 Uhr, entstand im Motorraum eines Postautos in Le Locle ein Brand. Es wurde niemand verletzt, das Fahrzeug wurde stark beschädigt. Der Brand ist darauf zurückzuführen, dass die Treibstoffleitungen aus Kunststoff aufgrund der Hitze im Turboladergehäuse geschmolzen sind. Der ausgetretene Treibstoff entzündete sich und löste den Brand aus. Zum Unfall trug bei, dass die Vorschriften über die Anordnung der Treibstoffleitungen lückenhaft sind und keine entsprechende Kontrolle stattfindet.

Sicherheitsdefizit

Die Kunststoffleitungen, die den Motor mit Treibstoff versorgen, verlaufen nahe am Turboladergehäuse und sind durch die davon ausgehende Hitze geschmolzen. Der ausgetretene Treibstoff entzündete sich und löste den Brand aus.

Sicherheitsempfehlung Nr. 125, 05.09.2017

Die SUST empfiehlt dem BAV, die nachfolgende Sicherheitsempfehlung an das Bundesamt für Strassen (ASTRA) weiterzuleiten, welches für die Typengenehmigungen gemäss Artikel 12 des Strassenverkehrsgesetzes vom 19. Dezember 1958 (Fassung vom 1. Oktober 2016) zuständig ist:

Bei der Typengenehmigung von Fahrzeugen ist besonderes Augenmerk darauf zu richten, dass im Motorraum in der Nähe eines Bauteils, welches grosse Hitzestrahlung erzeugt, keine Kunststoffteile verbaut werden, ohne dass angemessene Schutzvorkehrungen getroffen werden.

6 Analyse



6.1 Luftfahrt

Wie in den Jahresberichten der Vorjahre wurden auch für den vorliegenden Jahresbericht statistische Daten der vergangenen Jahre ausgewertet. Die verwendete Methode ist in Anhang 4 beschrieben. In Anhang 4 finden sich auch die Definitionen der verwendeten Begriffe.

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.

Woher allfällige Verbesserungen oder Verschlechterungen der Sicherheit in den verschiedenen Bereichen der Schweizer Zivilluftfahrt stammen, lässt sich aus den vorhandenen statistischen Daten nicht ableiten. Wegen der teilweise unterschiedlichen Erhebung der Flugbewegungen für die verschiedenen Luftfahrzeugkategorien ist es auch nicht ohne weiteres möglich, auf Grund der nachfolgend präsentierten Daten die Sicherheit der drei ausgewerteten Luftfahrzeugkategorien miteinander zu vergleichen. Aus ähnlichen Gründen ist auch beim Vergleich mit Zahlen aus anderen Staaten Vorsicht geboten. Definitionen und Abgrenzungen können im Ausland anders ausfallen.

6.1.1 Motorflugzeuge mit einer maximalen Abflugmasse bis 5700 kg

Die Auswertung der Unfallstatistik gemäss der in Anhang 4 beschriebenen Methode und der dort vorgenommenen Definitionen führt für die Luftfahrzeugkategorie der Motorflugzeuge

mit einer maximalen Abflugmasse bis 5700 kg (inklusive Motorsegelflugzeuge und Reisemotorsegelflugzeuge im motorisierten Flug) zu folgenden Resultaten:

- Unfälle absolut 2017: 7
- Die Zunahme im Erwartungswert der Anzahl Unfälle wird auf 2.9 % pro Jahr geschätzt. Sie ist jedoch nicht signifikant von null verschieden ($p = 0.559$).
- Bei der Unfallrate wird die Zunahme des Erwartungswerts pro Jahr auf 4.3 % geschätzt. Auch dieser Wert ist nicht signifikant von null verschieden ($p = 0.393$).

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.

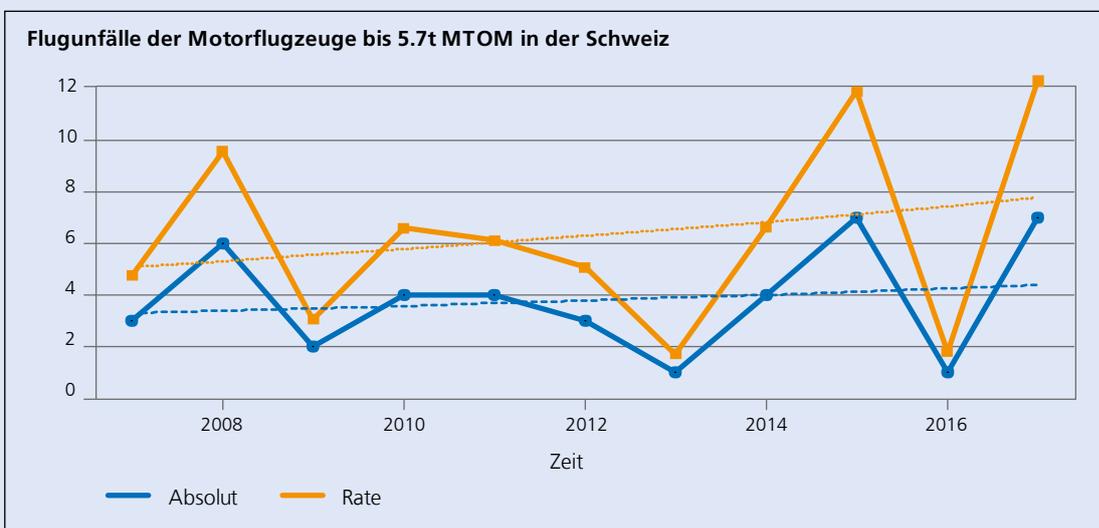
6.1.2 Segelflugzeuge

Die Auswertung der Unfallstatistik gemäss der in Anhang 4 beschriebenen Methode und der dort vorgenommenen Definitionen führt für die Luftfahrzeugkategorie der Segelflugzeuge (inklusive Motorsegelflugzeuge und Reisemotorsegelflugzeuge im Segelflug) zu folgenden Resultaten:

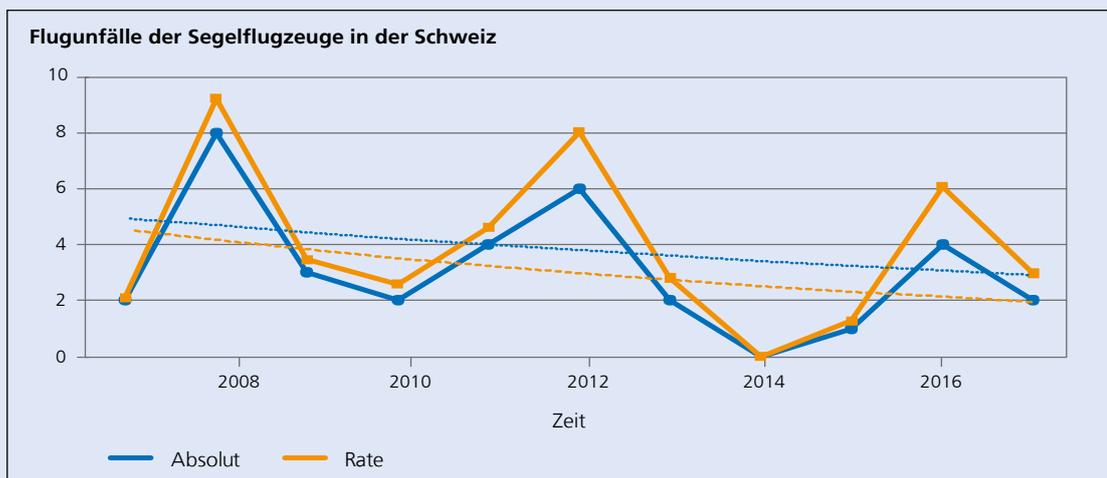
- Unfälle absolut 2017: 2
- Die Abnahme im Erwartungswert der Anzahl Unfälle wird auf 8.0 % pro Jahr geschätzt. Sie ist jedoch nicht signifikant von null verschieden ($p = 0.132$).
- Bei der Unfallrate wird die Abnahme des Erwartungswerts pro Jahr auf 5.2 % geschätzt. Auch dieser Wert ist nicht signifikant von null verschieden ($p = 0.334$).

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

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



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



sprechend eingefärbten Linien verbunden. Die blau gepunktete Linie stellt den Erwartungswert der Unfallzahlen, die gelb gepunktete Linie den Erwartungswert der Unfallraten dar.

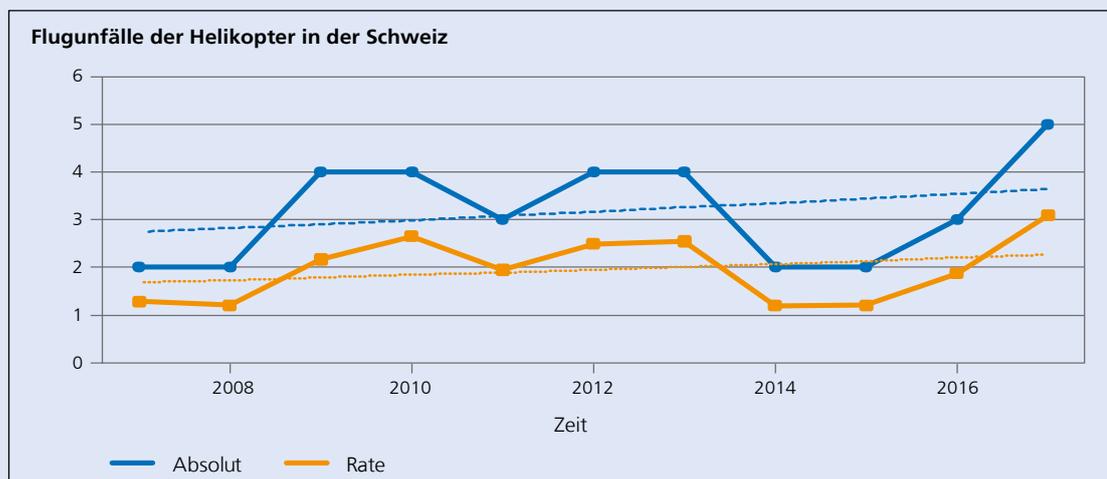
6.1.3 Helikopter

Nach einer Auswertung der Unfallstatistik gemäss der in Anhang 4 beschriebenen Methode und der dort vorgenommenen Definitionen können für die Luftfahrzeugkategorie der Helikopter folgende Aussagen getroffen werden:

- Unfälle absolut 2017: 5
- Die Zunahme im Erwartungswert der Anzahl Unfälle wird auf 2.9 % pro Jahr geschätzt. Sie ist jedoch nicht signifikant von null verschieden ($p = 0.593$).
- Bei der Unfallrate wird die Zunahme des Erwartungswerts pro Jahr auf 3.0 % geschätzt. Auch dieser Wert ist nicht signifikant von null verschieden ($p = 0.582$).

Die Zahl der Unfälle pro Jahr ist mit einem runden blauen Punkt dargestellt, die Unfallraten

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



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. 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.

6.1.4 Motorflugzeuge, Segelflugzeuge und Helikopter total

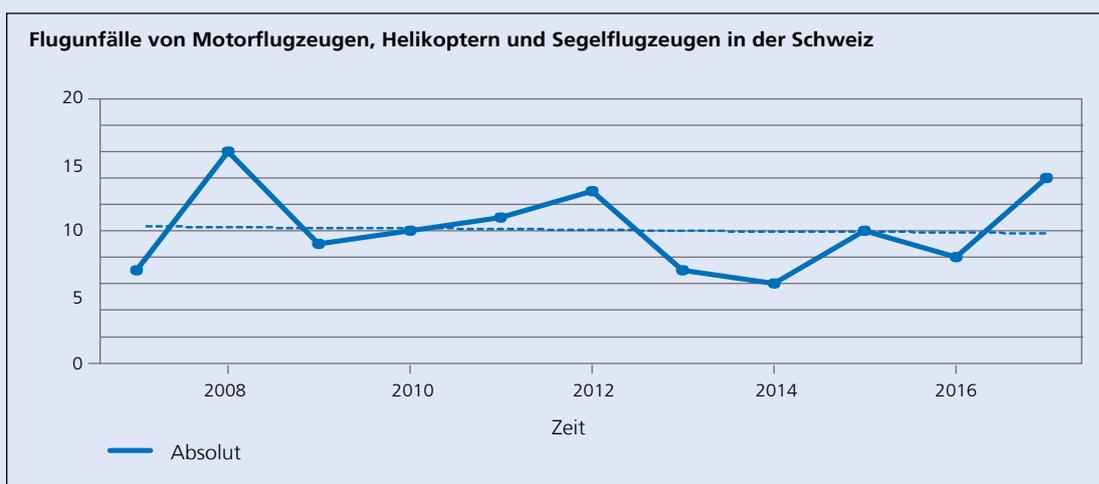
Nach einer Auswertung der Unfallstatistik gemäss der in Anhang 4 beschriebenen Methode und der dort vorgenommenen Definitionen können für die zusammengenommenen Luftfahrzeugkategorien der Motorflugzeuge mit

einer maximalen Abflugmasse bis 5700 kg, der Segelflugzeuge und der Helikopter folgende Aussagen getroffen werden:

- Unfälle absolut 2017: 14
- Die Abnahme im Erwartungswert der Anzahl Unfälle wird auf 0.5 % pro Jahr geschätzt. Sie ist jedoch nicht signifikant von null verschieden ($p = 0.857$).
- Aufgrund unterschiedlicher Bezugsgrössen macht bei den zusammengenommenen Luftfahrzeugkategorien die Ermittlung einer Unfallrate keinen Sinn.

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.

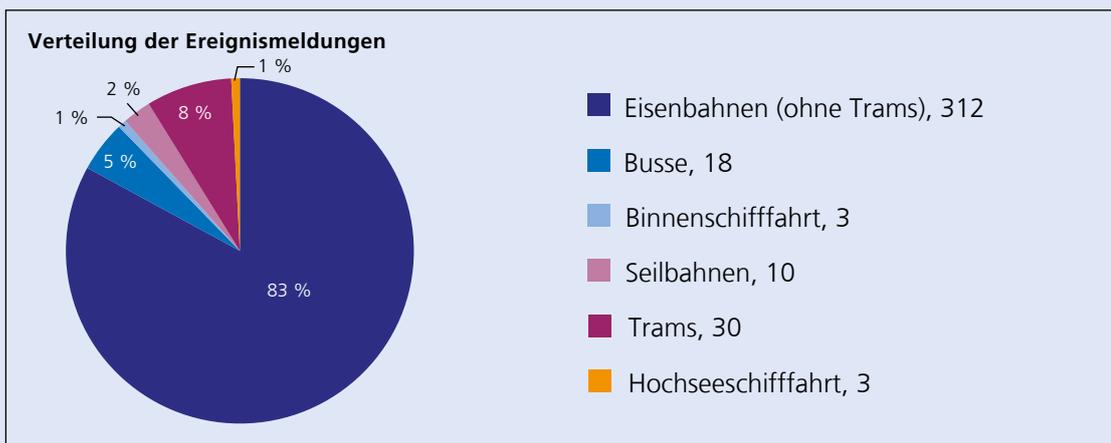
Unfälle (Absolut)



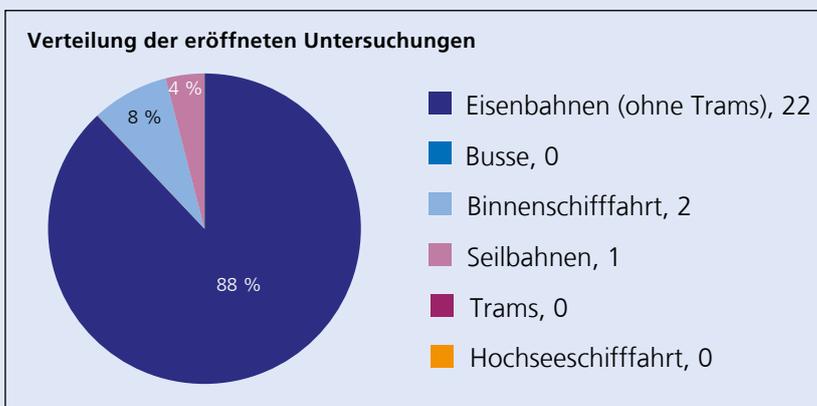
Wie die obigen Auswertungen zeigen, gibt es bei der Schätzung der erwarteten Unfallzahl eine grosse Unsicherheit. Dies rührt daher, dass die Zeitreihen mit 11 Beobachtungen noch sehr kurz sind. Aus diesem Grund ist es aus Sicht der

SUST nicht möglich, einen Trend zur Entwicklung der Flugsicherheit in den letzten 11 Jahren bei Motorflugzeugen mit einer Abflugmasse von maximal 5700 kg, bei Segelflugzeugen und bei Helikoptern festzustellen.

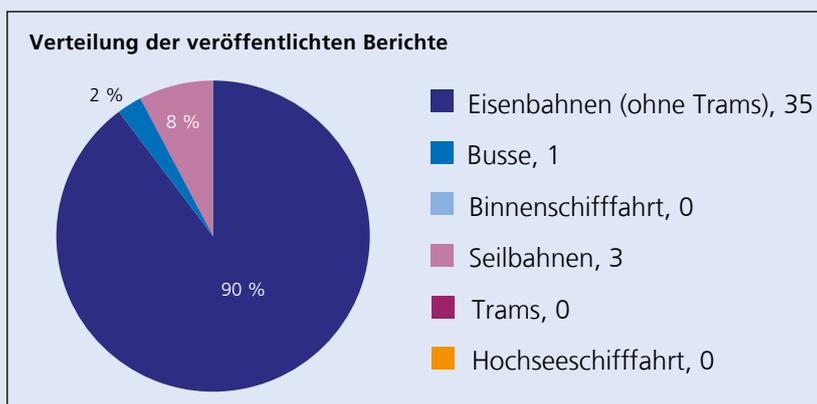
6.2 Eisenbahnen, Seilbahnen, Busse, Binnen- und Hochseeschifffahrt



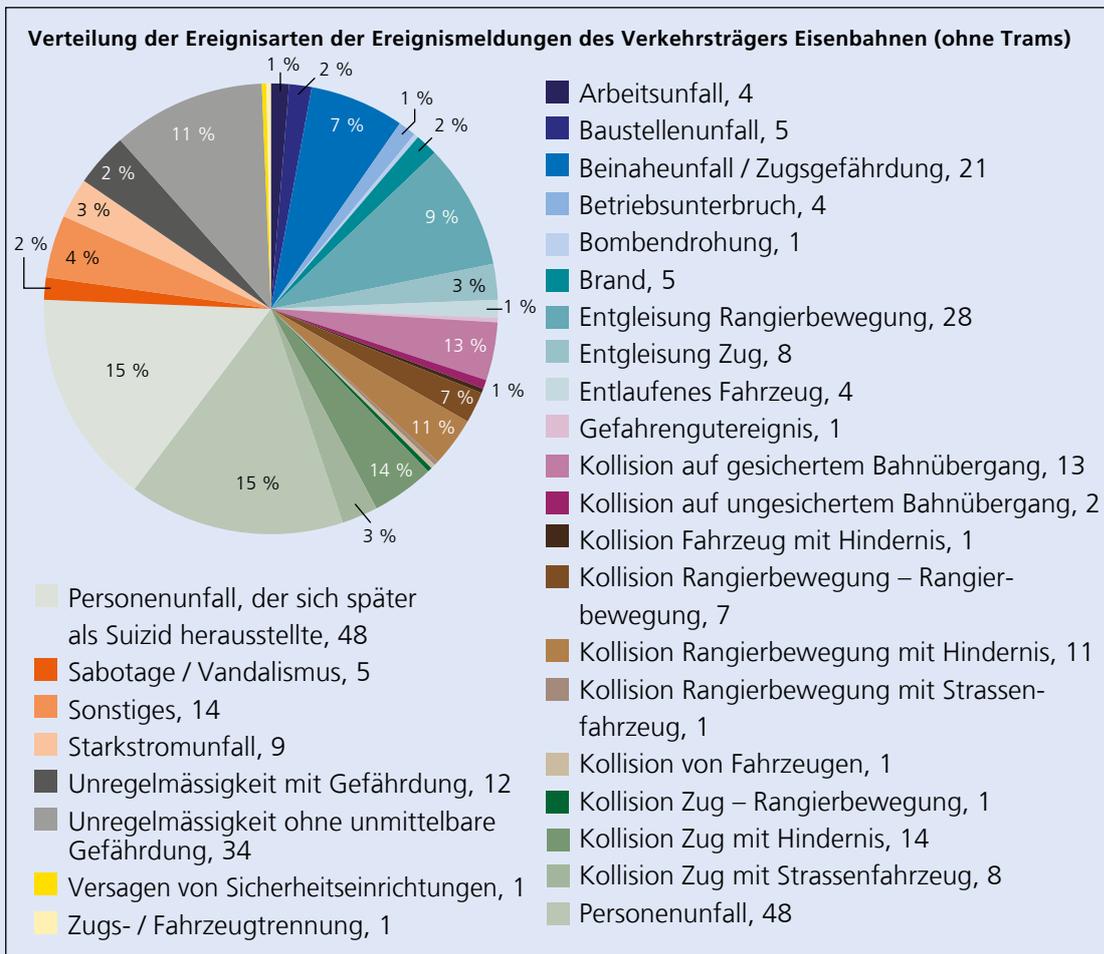
91 % der Meldungen betreffen die Eisenbahnen (inkl. Trams). Die restlichen 33 bzw. 9 % der Meldungen betreffen die übrigen Verkehrsträger Seilbahnen, Busse sowie Binnen- und Hochseeschifffahrt.



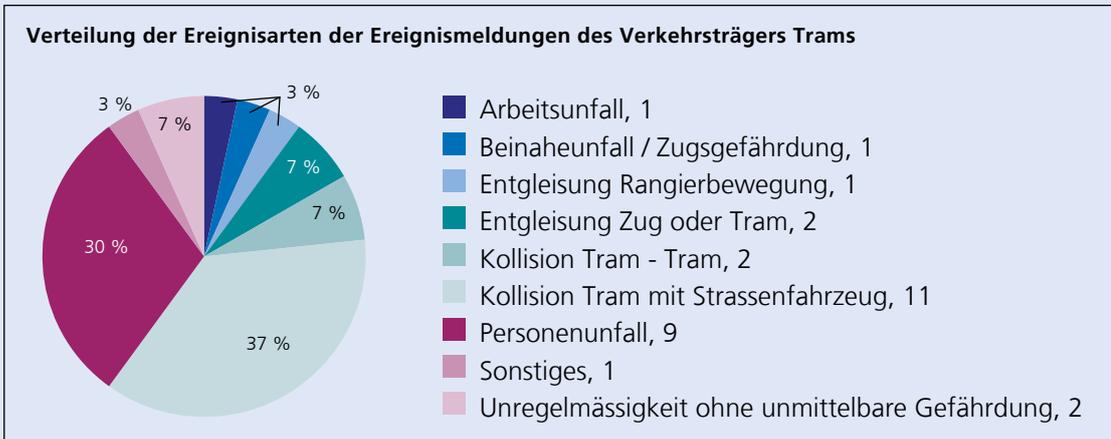
Die Mehrheit der eröffneten Untersuchungen betrifft den Bereich Eisenbahnen.



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) dominieren bei den 312 Ereignismeldungen die Ereignisarten Personenunfälle. Es folgen Kollisionen, Entgleisungen und Beinaheunfälle / Zuggefährdungen.

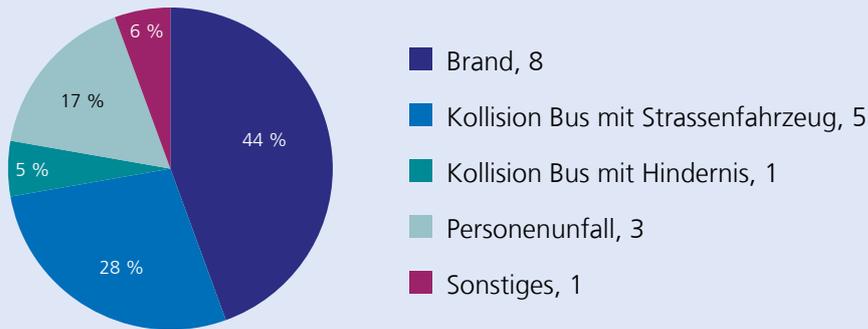


Beim Verkehrsträger Trams betreffen die Mehrzahl der Ereignisse Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern, sei dies ein Fussgänger (Personenunfall) oder ein Strassenfahrzeug. Zu beachten ist auch hier, dass Zwischenfälle auf öffentlichen Strassen, die auf eine Verletzung der Strassenverkehrsregeln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



Die Mehrzahl der Ereignismeldungen betrafen bei den Seilbahnen Arbeitsunfälle und Unregelmässigkeiten mit Gefährdungen. Unregelmässigkeiten mit Gefährdungen sowie Personenunfälle sind Vorkommnisse im Zusammenhang mit dem Fahrgastwechsel.

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Busse

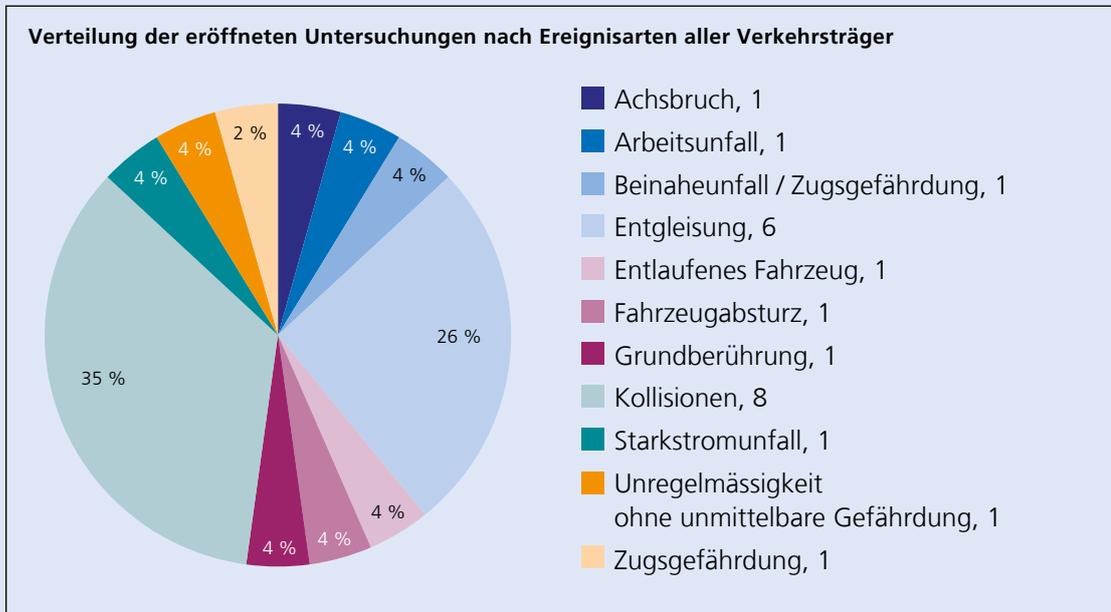


Zwischenfälle auf öffentlichen Strassen, die auf eine Verletzung der Strassenverkehrsregeln zurückzuführen sind, müssen der SUST nicht gemeldet werden und werden auch nicht untersucht. Im Verhältnis zu allen Ereignisarten machen die Brände und Kollision mit Strassenfahrzeugen die Mehrzahl der gemeldeten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

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Binnenschifffahrt



Die 3 Ereignismeldungen beim Verkehrsträger Binnenschifffahrt bestanden aus zwei Kollisionen und einer Grundberührung.

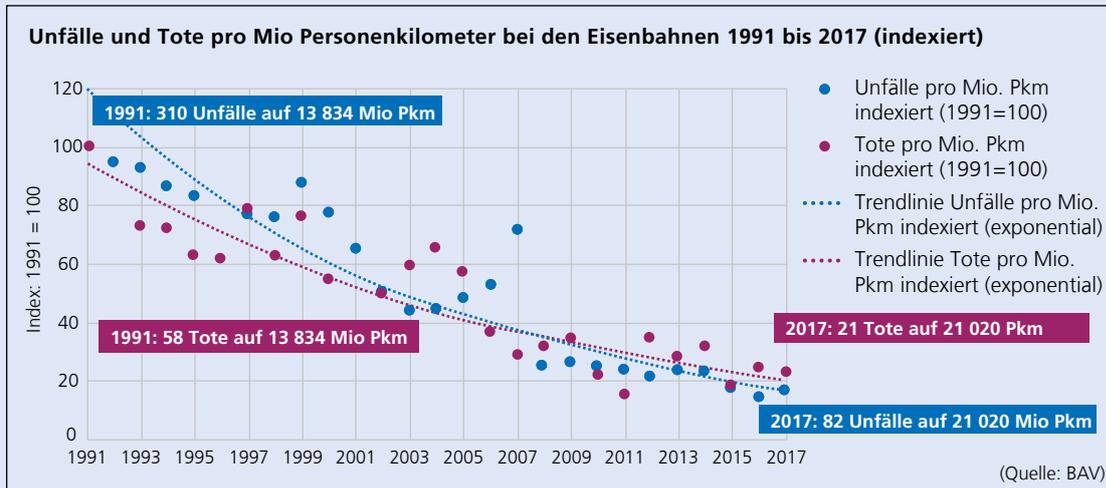


Die Mehrzahl der 23 eröffneten Untersuchungen betreffen Kollisionen (8) und Entgleisungen (6).

Entwicklung der Unfälle sowie getöteten und schwerverletzten Personen im öffentlichen Verkehr

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

Über die letzten sechs Jahre hat die Zahl der Unfälle tendenziell abgenommen (Quelle Tabelle: BAV).



Innerhalb der letzten 26 Jahre haben die Unfälle und tödlich verletzten Personen bei den Eisenbahnen auf rund ein 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: Verzeichnis der im Jahre 2017 publizierten Schlussberichte, Zwischenberichte und Studien bezüglich der Luftfahrt
- Anhang 2: Verzeichnis der im Jahre 2017 publizierten Schlussberichte und Zwischenberichte bezüglich Eisenbahnen, Seilbahnen und der Binnenschifffahrt
- Anhang 3: Statistische Angaben zu Zwischenfällen in der Luftfahrt
- Anhang 4: Methode und konzeptionelle Überlegungen für die Auswertung der statistischen Daten der Luftfahrt

Anhang 1

Verzeichnis der im Jahre 2017 publizierten Schlussberichte, Zwischenberichte und Studien bezüglich der Luftfahrt

Nummer	Kennzeichen	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2280	HB-KDD	23.02.2015	Yverdon-les-Bains Aérodrome		
2281	HB-ZIG	11.02.2015	Guttannen		
2282	HB-ZOA	09.06.2015	Semsales		
2284	HB-WXC	21.06.2014	Cudrefin		
2289	N108MW	19.10.2014	Speck-Fehraltorf Flugplatz		
2291	HB-2207 / HB-SCS	31.05.2015	Region Oensingen		
2292	HB-PKK / J-5013 / J-5006	21.11.2014	Payerne	512	
2293	HB-IOC	09.03.2014	Genève Aéroport		
2294	HB-IYW / HB-BYI	03.06.2015	Zürich	518, 519, 520, 521, 522	
2295	HB-PQS	12.07.2015	Wilten b. Wil		
2296	HB-JZQ	20.07.2014	Basel-Mulhouse Airport	524	
2297	HB-IZW	28.11.2013	Lugano		
2298	HB-ZRV	26.02.2015	Erstfeld Heliport	525, 530, 531	
2299	HB-ZGP	21.09.2015	Wolfenschiessen		14
2300	Trolleys	09.02.2016	Zürich Flughafen	526, 527	15
2301	HB-ZRU	22.06.2014	Brissago		
2302	HB-OQW / HB-CXK	24.08.2014	Rickenbach b. Wil		
2303	D-ANFE	04.12.2014	Zürich Flughafen	529	
2304	HB-SEW	05.11.2015	Samedan		
2305	HB-3364	01.07.2015	Klosters		
2306	HB-MSW	18.11.2015	Bex Aérodrome		16
2307	HB-HFK	16.04.2015	Env. 1 km au nord ouest de l'aérodrome de Lausanne		
2308	HB-ERO	23.08.2016	Höhnwilen oberhalb Ermatingen		
2309	HB-ZIS	14.07.2015	Lauterbrunnen		
2311	HB-SFR	19.07.2016	Croix-de-Coeur		
2314	T-320 / HB-ZHD	04.05.2016	8 NM südöstlich des Militärflugplatzes Dübendorf		
2315	HB-WGA	16.07.2016	1.3 km est d'Ecuvillens		
2316	OE-LGL	13.10.2015	Lugano-Agno Aeroporto	535	
2317	HB-ZIH	29.09.2016	2 km nordöstlich von Fanas		
2318	HB-EQN	26.08.2016	1 km NE Flugfeld Schaffhausen	536	

Anhang 2

Verzeichnis der im Jahre 2017 publizierten Schlussberichte und Zwischenberichte bezüglich Eisenbahnen, Seilbahnen und der Binnenschifffahrt

Reg.-Nr.	Verkehrsmittel	Art des Unfalls	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2014051701	Eisenbahnen	Kollision	17.05.2014	Spiez		
2014061404	Seilbahnen	Kollision	14.06.2014	Ried-Rosswald	103	3
2014071701	Eisenbahnen	Brand	17.07.2014	Hergiswil	83	
2014081101	Eisenbahnen	Kollision auf unbewachtem Bahnübergang	11.08.2014	Wolfenschiessen		
2014081301	Eisenbahnen	Entgleisung	13.08.2014	Tiefencastel	111	4
2014093001	Eisenbahnen	Entgleisung	30.09.2014	Jakobsbad	(73) ^{*)} , (74) ^{*)} , (75) ^{*)}	5
2015052401	Eisenbahnen	Entgleisung	24.05.2015	Aarau		6, 7
2015100201	Eisenbahnen	Entlaufenes Fahrzeug	02.10.2015	Baulmes	(88) ^{*)} , (89) ^{*)} 112, 113, 114, 115	
2015112402	Eisenbahnen	Entgleisung	24.11.2015	Rotkreuz	110	
2015121302	Busse	Brand	13.12.2015	Le Locle	125	
2016011301	Eisenbahnen	Personenunfall	13.01.2016	Zürich Schweighof	120, 121	
2016012001	Eisenbahnen	Entgleisung	20.01.2016	Zürich Mülligen	116, 117	
2016022201	Eisenbahnen	Kollision Zug mit Hindernis	22.02.2016	Sihlbrugg		
2016030803	Eisenbahnen	Brand - Explosion	08.03.2016	Fiesch	118	
2016031601	Seilbahnen	Seilbahnereignis	16.03.2016	Stoos		
2016032904	Eisenbahnen	Unregelmässigkeit ohne unmittelbare Gefährdung	29.03.2016	Zürich Altstetten		
2016040101	Eisenbahnen	Rangierunfall	01.04.2016	Stein- Säckingen		
2016051101	Eisenbahnen	Baustelle	11.05.2016	Oberrieden Dorf		
2016060502	Eisenbahnen	Entgleisung	06.05.2016	Horw		
2016060802	Eisenbahnen	Entlaufenes Fahrzeug	08.06.2016	Olten	122, 123, 124	
2016071101	Eisenbahnen	Kollision Zug mit Hindernis	11.07.2016	Luzern		
2016071601	Eisenbahnen	Kollision Zug-Rangierbewegung	16.07.2016	Chiasso SM	119	
2016072601	Eisenbahnen	Entgleisung	26.07.2016	Les Brenets	(105) ^{*)} , 126, 127	
2016090101	Eisenbahnen	Entlaufenes Fahrzeug	01.09.2016	Andermatt	129, 130	
2016112401	Eisenbahnen	Kollision auf unbewachtem Bahnübergang	24.11.2016	Lüscherz		
2016112801	Eisenbahnen	Entlaufenes Fahrzeug	28.11.2016	Andermatt	129, 130	
2017072701_ZB	Eisenbahnen	Entgleisung	27.07.2017	Les Brenets	128	

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

Anhang 3

Statistische Angaben zu Zwischenfällen in der Luftfahrt

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen	51
2. Definitionen	51
3. Tabellen und Grafiken	53
3.1 Flugunfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge, Bestand Luftfahrzeuge und getötete Personen	53
3.1.1 Schweizerisch immatrikulierte Luftfahrzeuge mit mehr als 5 700 kg MTOM	54
3.1.2 Schweizerisch immatrikulierte Luftfahrzeuge bis 5700 kg MTOM	55
3.1.3 Grafikübersicht der Flugunfälle und schweren Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge und getötete Personen	56
3.2 Unfalldaten und verunfallte Personen – Berichtsperiode 2016 / 2017	57
3.2.1 Unfälle und schwere Vorfälle nach Luftfahrzeugart, mit und ohne Personenschaden, von schweizerisch immatrikulierten Luftfahrzeugen im In- und Ausland und ausländischen Luftfahrzeugen in der Schweiz	57
3.2.2 Luftfahrzeugbestand und Unfälle / schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge	58
3.2.3 Unfälle und schwere Vorfälle nach Luftfahrzeugart schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge	59
3.2.4 Flugphase – Unfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge im In- und Ausland und ausländisch immatrikulierter Luftfahrzeuge in der Schweiz	60
3.2.5 Verunfallte Personen nach Funktion bei Unfällen und schweren Vorfällen von schweizerisch immatrikulierten Luftfahrzeugen im In- und Ausland und ausländisch immatrikulierten Luftfahrzeugen in der Schweiz	61

1. Vorbemerkungen

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

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

2. Definitionen

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

Unfall

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

- a) eine Person tödlich oder schwer verletzt worden ist durch
 - Anwesenheit an Bord des Luftfahrzeugs oder
 - unmittelbare Berührung mit dem Luftfahrzeug oder einem seiner Teile, einschliesslich Teilen, die sich vom Luftfahrzeug gelöst haben, oder

- unmittelbare Einwirkung des Turbinenstrahls des Luftfahrzeugs, es sei denn, dass die Verletzungen eine natürliche Ursache haben, dem Geschädigten durch sich selbst oder von einer anderen Person zugefügt worden sind oder es sich um Verletzungen von unbefugt mitfliegenden Personen handelt, die sich ausserhalb der den Fluggästen und den Besatzungsmitgliedern normalerweise zugänglichen Räume verborgen haben, oder

- b) das Luftfahrzeug einen Schaden oder ein Strukturversagen erlitten hat und dadurch der Festigkeitsverband der Luftfahrzeugzelle, die Flugleistungen oder die Flugeigenschaften des Luftfahrzeugs beeinträchtigt sind und die Behebung dieses Schadens in aller Regel eine grosse Reparatur oder einen Austausch des beschädigten Luftfahrzeugbauteils erfordern würde, es sei denn, dass nach einem Triebwerksausfall oder Triebwerksschaden die Beschädigung des Luftfahrzeugs auf ein einzelnes Triebwerk (einschliesslich seiner Verkleidung oder seines Zubehörs), Propeller, Flügelspitzen, Funkantennen, Sonden, Leitbleche, Bereifung, Bremsen, Räder, Beplankung, Panels, Fahrwerksklappen, Windschutzscheiben oder Aussenhaut (wie kleine Einbeulungen oder Löcher), oder auf eine geringfügige Beschädigung der Hauptrotorblätter, der Heckrotorblätter oder des Fahrwerks oder auf eine Beschädigung, die durch Hagel- oder Vogelschlag (einschliesslich Löcher im Radom) 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) bescheinigen 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

Jahr	Bestand Luftfahrzeuge ¹⁾	Flugstunden ¹⁾	Flugpersonal-Ausweise ¹⁾	Anzahl Unfälle mit Untersuchung	Anzahl Unfälle mit summ. Verfahren	Total Anzahl Unfälle	Anzahl schwere Vorfälle (inkl. Airprox)	Airprox mit Untersuchung ²⁾	Total Unfälle und schwere Vorfälle	Anzahl Tote
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 ³⁾	21	24	46	13	8	59	13
2012	3657	875 708	12 840	22	20	42	23	10	65	22
2013	3'620	933 752	11 871	28	16	44	20	11	64	15
2014	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	11 563	21	16	37	46	16	83	5
2017	3333	850 525	11 318	25	22	47	32	8	79	18

¹⁾ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

²⁾ inkl. Airprox mit ausländisch immatrikulierten Luftfahrzeugen

³⁾ 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 ¹⁾	Flugstunden ¹⁾	Anzahl Unfälle mit Untersuchung	Anzahl Unfälle mit summ. Verfahren	Total Anzahl Unfälle	Anzahl schwere Vorfälle (inkl. Airprox)	Airprox mit Untersuchung ²⁾	Total Unfälle und schwere Vorfälle	Anzahl Tote
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

¹⁾ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

²⁾ Inkl. Airprox mit ausländisch immatrikulierten Luftfahrzeugen

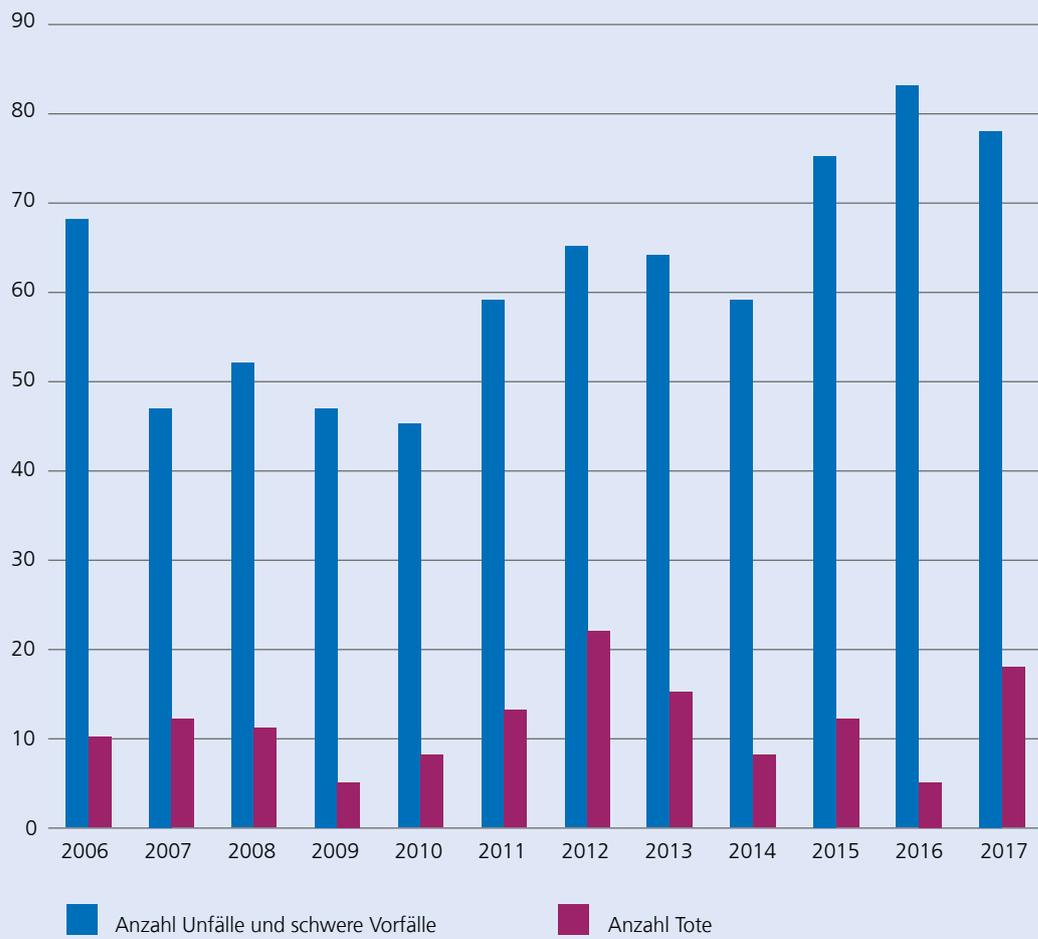
3.1.2 Flugunfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge bis 5700 kg MTOM

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

¹⁾ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

²⁾ Inkl. 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 2016 / 2017

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					
	im Inland						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	
	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016
Total	70	64	14	7	56	57	9	19	2	4	7	15	13	23	2	1	11	22
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	48	22	7	1	41	21	5	9	1	3	4	6	5	3	1	0	4	3
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	1	3	0	0	1	3	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	3	9	0	0	3	9	3	8	0	0	3	8	7	15	0	0	7	15
Helikopter	11	17	5	3	6	14	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorsegler und Segelflugzeuge	7	11	2	3	5	8	0	1	0	0	0	1	1	2	1	1	0	1
Freiballone und Luftschiffe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Ultraleicht	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.2.2 Unfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge

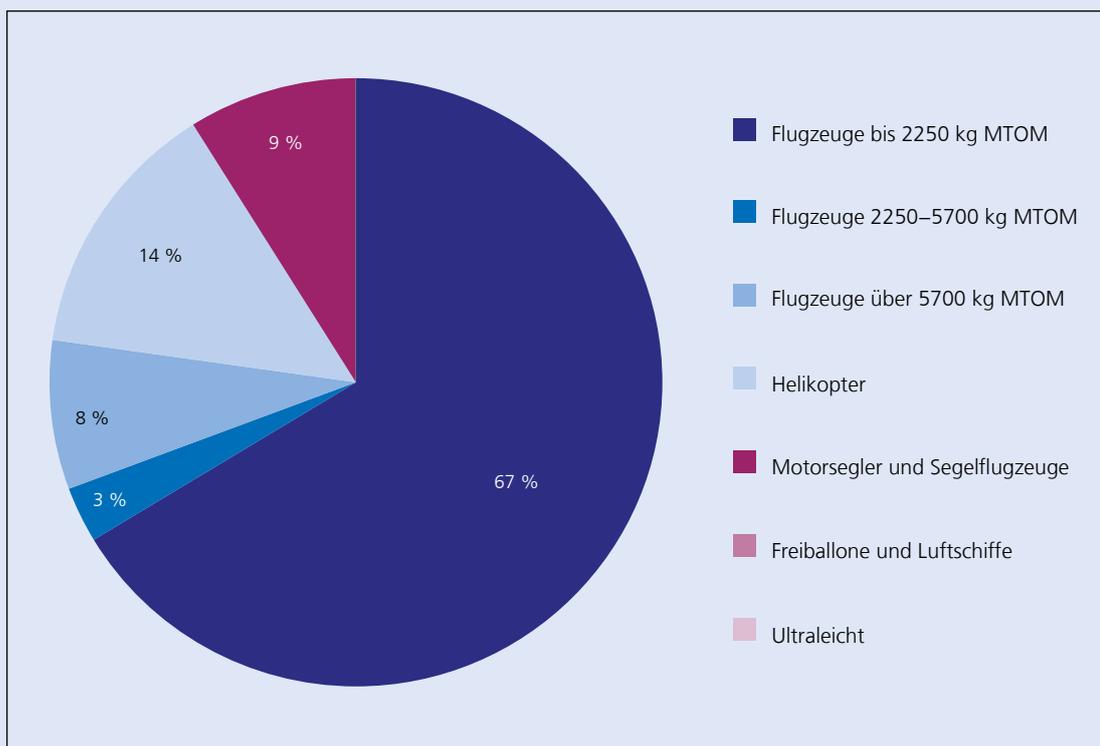
	Bestand Luftfahrzeuge ¹⁾ (01.01.2018)		Total Unfälle / schwere Vorfälle	
	2017	2016	2017	2016
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	1358	1382	53	24
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	174	162	2	3
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	254	279	6	11
Helikopter	335	337	11	17
Motorsegler und Segelflugzeuge	874	907	7	11
Freiballone und Luftschiffe	338	347	0	0
Ultraleicht ²⁾	–	–	0	2
Total	3333	3414	79	68

¹⁾ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

²⁾ Der Bestand der Ultraleichtflugzeuge wird nicht separat erhoben.

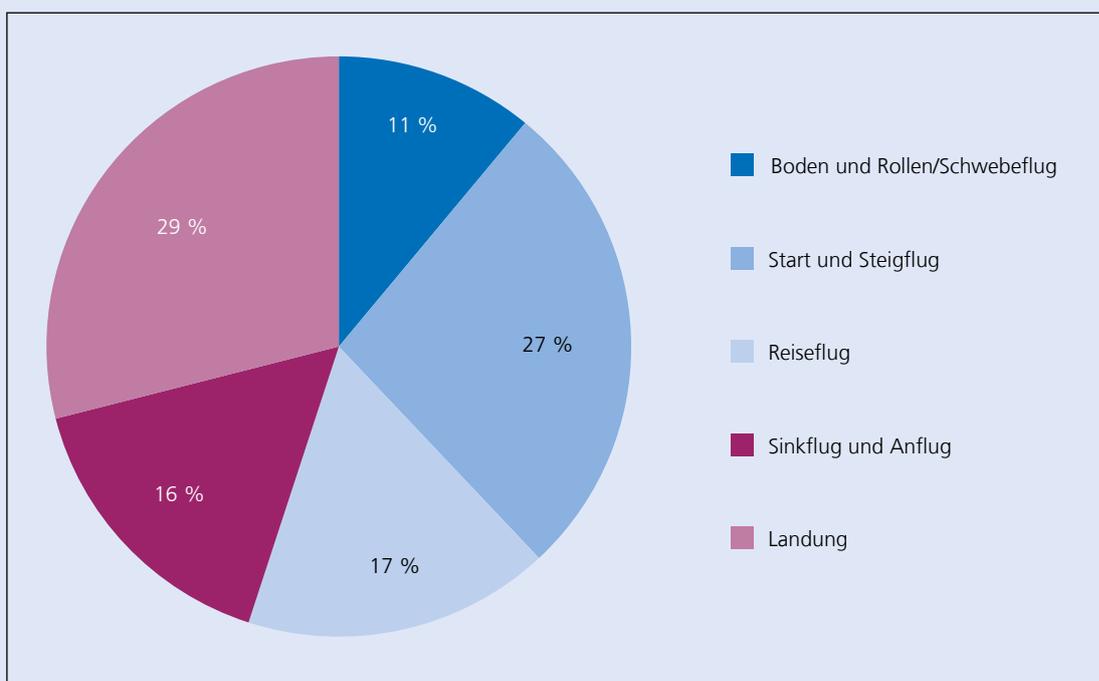
3.2.3 Unfälle und schwere Vorfälle nach Luftfahrzeugart schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge

	2017	2016
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	67 %	37 %
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	3 %	4 %
Flugzeuge über 5700 kg MTOM	8 %	20 %
Helikopter	14 %	22 %
Motorsegler und Segelflugzeuge	9 %	14 %
Freiballone und Luftschiffe	0 %	–
Ultraleicht	0 %	2 %



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

	Boden und Rollen/ Schwebeflug		Start und Steigflug		Reiseflug		Sinkflug und Anflug		Landung		Total	
	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	10	3	16	6	6	5	8	5	21	15	61	34
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	0	0	1	2	1	0	0	1	1	2	3	5
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	0	3	4	9	3	10	5	10	1	1	13	33
Helikopter	1	1	4	2	3	3	2	4	1	8	11	18
Motorsegler und Segelflugzeuge	0	0	1	4	3	3	0	1	4	6	8	14
Freiballone und Luftschiffe	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Ultraleicht	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
Total	11	7	26	23	16	22	15	22	28	33	96	107



3.2.5 Verletzte Personen bei Unfällen

	Unfälle und schwere Vorfälle schweiz. immatrikulierter Luftfahrzeuge im Inland															
	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	
	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016
Unfälle / schw. Vorfälle	70	64	48	22	1	3	3	9	11	17	7	11	0	0	0	2
Tödlich verletzte Personen	11	3	8	1	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0
Besatzung	7	2	4	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0
Fluggäste	4	1	4	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	11	6	6	2	0	0	0	0	5	3	0	1	0	0	0	0
Besatzung	5	3	4	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Fluggäste	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	4	2	0	0	0	0	0	0	4	2	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	
	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016
Unfälle / schw. Vorfälle	9	19	5	9	1	0	3	8	0	1	0	1	0	0	0	0
Tödlich verletzte Personen	7	2	2	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Besatzung	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluggäste	4	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erheblich verletzte Personen	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Besatzung	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluggäste	0	2	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	
	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016
Unfälle / schw. Vorfälle	15	23	5	3	1	2	7	15	1	0	1	2	0	1	0	0
Tödlich verletzte Personen	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Besatzung	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Fluggäste	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erheblich verletzte Personen	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Besatzung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluggäste	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anhang 4

Methoden und konzeptionelle Überlegungen für die Auswertung der statistischen Daten der Luftfahrt

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 Exposition¹ 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 Bestand-

teil 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. 996/2010² 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 verletzte Personen als nicht vernachlässig-

¹ Das Ausgesetztsein (engl. exposure). Hier entspricht dies der Anzahl Flugbewegungen.

² 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.

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

Flugbewegung

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

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

Bewegungen auf dem Flughafen Basel-Mulhouse-Freiburg werden vom BAZL zwar erfasst, fliessen aber nicht in die Auswertung der SUST ein. Dieser Flughafen liegt nicht auf Schweizer Territorium. Folge dessen 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 $t=2007, \dots, 2017$, 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 zwecks leichter Lesbarkeit jeweils hochgerechnet auf 1 Million Flugbewegungen rapportiert wird.



Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

3003 Bern

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

www.sust.admin.ch