

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

Jahresbericht 2016



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

Impressum

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

Postadresse: 3003 Bern

Tel. +41 58 462 33 62

Fax +41 58 464 26 92

www.sust.admin.ch

Bilder Fotolia; Flughafen Zürich AG; Yolanda Nacht-Bohler, look-at-me.ch Fotografie;
 Benedict Kupper; Suisse-Atlantique Société de navigation maritime S.A.

Auflage 2000

Erscheint in deutscher, französischer, italienischer und englischer Sprache

6/2017

Inhalt

1	Editorial	4
2	Management Summary	6
3	Kommission	8
3.1	Anliegen der Kommission	8
3.2	Personelles	10
3.3	Finanzen	10
4	Untersuchungsdienst	11
4.1	Übersicht über die Untersuchungsergebnisse	11
4.2	Übersicht nach Verkehrsträger	12
5	Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise	15
5.1	Allgemeines	15
5.2	Luftfahrt	17
5.3	Eisenbahnen	26
5.4	Binnenschifffahrt	33
6	Analyse	34
6.1	Luftfahrt	34
6.2	Eisenbahn, Bus, Schiff und Seilbahn	38

Anhang

Anhang 1:	Verzeichnis der von der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle im Jahre 2016 publizierten Schlussberichte, Zwischenberichte und Studien bezüglich der Luftfahrt	45
Anhang 2:	Verzeichnis der von der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle im Jahre 2016 publizierten Schlussberichte und Zwischenberichte bezüglich Eisenbahnen, Seilbahnen und der Binnenschifffahrt	46
Anhang 3:	Statistische Angaben zu Zwischenfällen in der Luftfahrt	47
Anhang 4:	Statistische Angaben zu Zwischenfällen bei Eisenbahnen, Seilbahnen, Bussen sowie in der Binnen- und Hochseeschifffahrt	61
Anhang 5:	Methode und konzeptionelle Überlegungen für die Auswertung der statistischen Daten der Luftfahrt	67

1 Editorial



1561 sicherheitsrelevante Meldungen sind im Jahr 2016 eingegangen. 159 Untersuchungen wurden eingeleitet. 97 Untersuchungen wurden abgeschlossen. – Was steckt neben viel Engagement noch hinter diesen nackten Zahlen?

Die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST hat sich im Jahr 2016 weiter auf ihre Kernaufgaben fokussiert, der Untersuchung von Unfällen und schweren Vorfällen in der zivilen Luftfahrt, beim öffentlichen Verkehr auf der Schiene und der Strasse wie auch bei den Seilbahnen sowie der Binnen- und der Hochseeschifffahrt. So unterschiedlich diese Verkehrsträger auch sein mögen, die Ursachen, die zu sicherheitsrelevanten Ereignissen führen, sind es nicht. Im Vordergrund stehen immer wieder die menschlichen Fehler. Diese geschehen kaum im Regelbetrieb, der durch wohlorganisierte Prozessabläufe auf Effizienz und Sicherheit getrimmt ist. Dieser Regelbetrieb prägt den Alltag der Beteiligten stark, fördert die Routine und wird zu ihrem zentralen Erfahrungsschatz. Alle arbeiten daran, dass nichtall-

tägliche Situationen noch seltener auftreten. Daraus folgt aber auch die Konsequenz, dass die Sicherheitsverantwortlichen in Erwartung des Normalen nicht alltägliche Situationen teilweise nicht mehr erkennen. Natürlich gibt es Abhilfen beispielsweise durch Schulungen von in der Praxis selten auftretenden Situationen in Simulatoren. Trotzdem trägt die Routine eine unglaubliche Macht in sich. Deshalb die These: Je reibungsloser der Betrieb läuft, desto mehr technische Hilfsmittel sind notwendig, welche die Beteiligten im operativen Betrieb unterstützen, sie aufmerksam machen auf Irregularitäten und ihnen Hinweise auf ein adäquates, sicheres Handeln geben.

Dies erfordert ständige Investitionen in die technische Infrastruktur.

Der Untersuchungsdienst der SUST sieht sich in doppeltem Sinne mit der Macht der Routine konfrontiert, namentlich mit den eigenen Routinen und den Routinen im operativen Verkehrsbetrieb. Es gilt bei einem Unfallereignis zu entscheiden, ob überhaupt eine nähere Unter-

suchung des Vorfalls eingeleitet werden soll. Ist ein Potential erkennbar, dass die Untersuchungsergebnisse eine gewisse präventive Wirkung entfalten können? Könnten sich hinter dem vordergründigen Irrtum eines am Ereignis Beteiligten systemische Ursachen verbergen? Bei diesem Entscheid hilft die Erfahrung und gleichzeitig kann sie Grund sein für Fehlentscheide. Deshalb entscheidet dies nie ein Untersuchungsleiter alleine. Wird eine Untersuchung eingeleitet, dann gilt es, sich von der eigenen Erwartung zur Unfallursache zu befreien, nur die Fakten sprechen zu lassen, daraus die korrekten Schlüsse zu ziehen, allenfalls Sicherheitsempfehlungen und –hinweise zu formulieren und diese richtig zu adressieren. Der Kreis ist erst geschlossen, wenn die Erkenntnisse der SUST wieder im operativen Betrieb ankommen.

Es ist auch Aufgabe der ausserparlamentarischen Kommission SUST, das internationale Umfeld zu beobachten und sich rechtzeitig auf Veränderungen auszurichten. Gerade im Bereich der Eisenbahnen nimmt die Internationa-

lisierung weiter zu. Die Europäische Union hat 2016 die Sicherheitsrichtlinie für Eisenbahnen 2004/49/EG vollständig revidiert. Diese enthält auch die Vorgaben für die unabhängige Untersuchung von Unfällen und schweren Vorfällen im Eisenbahnbetrieb. Entscheidend ist, dass mit der neuen EU-Richtlinie gewisse Vollzugs-kompetenzen, beispielsweise bei der Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen, von den nationalen Sicherheitsaufsichtsbehörden zu den Gremien der EU wechseln sollen. Damit werden sich die Sicherheitsempfehlungen der nationalen Sicherheitsuntersuchungsstellen neu auch an EU-Gremien richten müssen. Ob und wie die Schweiz diese neuen Regeln in nationales Recht übernehmen will, wird bis ins Jahr 2018 zu prüfen und durch die zuständigen Stellen zu entscheiden sein.

Das Umfeld ändert, der Sinn hinter der Arbeit der SUST bleibt: Die offene, unabhängige und vorurteilslose Ermittlung der Ursachen sicherheitsrelevanter Ereignisse soll auch in Zukunft einen wertvollen Beitrag an die Sicherheit zuhanden der Öffentlichkeit leisten.

Pieter Zeilstra
Präsident der Kommission

2 Management Summary



Im Jahr 2016 trafen bei der SUST gesamthaft 1561 Meldungen über Unfälle und gefährliche Ereignisse ein. Eine Analyse dieser Meldungen führte zur Eröffnung von 159 Sicherheitsuntersuchungen. Es konnten 40 Untersuchungen von Unfällen und schweren Vorfällen sowie eine Studie abgeschlossen und weitere 57 summarische Untersuchungen von Ereignissen mit geringerer Tragweite durchgeführt werden. Im Rahmen ihrer Untersuchungen sprach die SUST im Jahr 2016 insgesamt 35 Sicherheitsempfehlungen und 10 Sicherheitshinweise aus.

Das Berichtsjahr zeichnete sich durch eine durchschnittliche Anzahl von Unfällen und Gefährdungssituationen im Bereich des öffentlichen Verkehrs aus, während sich überdurchschnittlich viele Unfälle und schwere Vorfälle in der Zivilluftfahrt ereigneten.

Bezüglich des eidgenössisch konzessionierten Betriebs von Eisenbahnen, Bussen und Seilbahnen zeigen die Zahlen der analysierten Ereigniskategorien im Vergleich zur längerfristigen Ent-

wicklung, dass die Unfallraten des Jahres 2016 dem langjährigen Mittel entsprechen. Einzelne Ereigniskategorien, wie beispielsweise Kollisionen auf unbewachten Bahnübergängen, weisen erneut eine deutliche Verbesserung auf.

Im Bereich der Motorflugzeuge mit einer Abflugmasse bis zu 5700 kg verbesserte sich 2016 die Unfallrate deutlich und die Unfallrate der Helikopter lag im langjährigen Durchschnitt. Bei den Segelflugzeugen war eine überdurchschnittliche Unfallrate zu verzeichnen. Gegenüber den Vorjahren war eine deutliche Zunahme von gefährlichen Annäherungen zwischen bemannten und unbemannten Luftfahrzeugen (Drohnen) festzustellen.

Im vorliegenden Jahresbericht findet sich unter anderem eine Zusammenstellung sämtlicher Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise, die von der SUST im Jahr 2016 ausgesprochen wurden. Diese sind mit einer kurzen Einführung sowie mit der Begründung versehen, weshalb sie an die jeweilige Auf-

sichtsbehörde 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 höchstzulässigen 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 2016 dargestellt werden. Bei den Bahnunfällen wurden die Meldungen nach verschiedenen Ereignisarten ausgewertet.

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

3 Kommission



3.1 Anliegen der Kommission

Kernaufgabe

Kontinuität hiess die strategische Ausrichtung der SUST in den letzten Jahren. Kontinuität soll aber nicht als reine Konsolidierung des Ist-Zustandes, sondern als stetige Weiterentwicklung ohne Brüche und Lücken verstanden werden: Weiterentwicklung der Organisation, der Abläufe und Prozesse, um die Kernaufgabe der Sicherheitsuntersuchungsstelle effizient und effektiv zu meistern. Dies heisst im Wesentlichen, diejenigen Ereignisse zu untersuchen, die sich aus dem gesetzlichen Auftrag ergeben, die aber auch ein hohes Risikopotenzial erkennen lassen. Es gilt, aus Vorfällen und Unfällen über eine logisch abgeleitete Ursachenanalyse Sicherheitsdefizite aufzudecken und zusammen mit den Partnern im Sicherheitsverbund Risiken zu reduzieren.

Personelle Wechsel

Die Devise der Kontinuität galt bis Ende 2016 insbesondere für die Arbeit und die Zusammensetzung der Kommission. Auf Ende des Berichtsjahres standen dann aber markante personelle Wechsel an: nach fünf Jahren Kommissionsarbeit haben André Piller (Präsident) und Yvonne Muri (Mitglied der Kommission) die SUST verlassen. Beide haben mit Umsicht und Geduld, aber auch beharrlich und konsequent den Aufbau, die Organisation und die Bestrebungen nach standardisierten Abläufen und nach qualitativer Optimierung geprägt.

Die Bestellung der neuen Kommission durch den Bundesrat hatte zum Ziel, neben juristischen und aviatischen Kompetenzen auch Wissen zu den Verkehrsträgern Eisenbahn, Seilbahn und Schifffahrt in der Kommission zu verankern, um den fachlichen Dialog mit den Untersuchungsleitern sicherstellen zu können. Auf den Beginn des Jahres 2017 hat der Bundesrat zwei Personen neu in die Ausserparlamentarische Kommission gewählt.

Die Kommission setzt sich wie folgt zusammen:

Präsident der ausserparlamentarischen Kommission (neu):

Herr Pieter Zeilstra, 1962, lic. phil. nat., NDS ORL ETH. Ehemalig Vizedirektor des Bundesamtes für Verkehr BAV und Chef der Abteilung Sicherheit in der Funktion als Leiter der Nationalen Sicherheitsaufsichtsbehörde für den öffentlichen Verkehr.

Mitglied der Kommission (neu):

Frau Inge Waeber, 1966, selbständig tätig als Rechtsanwältin und Notarin in Freiburg/Fribourg, Lehrbeauftragte Arbeitsrecht/GAV beim Arbeitgeberverband für Restauration und Hotellerie, in Freiburg, ehemalig Substitutin der Staatsanwältin des Kantons Freiburg.

Mitglied der Kommission (bisher):

Werner Bösch, 1949, dipl. chem. ETH, im Amt seit November 2011. Ehemalig Linienpilot der Swissair sowie Leiter der Grundausbildung von Piloten; ehemalig Leiter der Abteilung Flugbetriebe im Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL als Vizedirektor.

Schwerpunkte

Die Gesamtheit der administrativen, organisatorischen und personellen Massnahmen des vergangenen Jahres zeigt ihre Wirkung: die gesetzten Ziele konnten mehrheitlich erreicht werden. Die Sensibilisierung auf das Thema «Arbeitssicherheit» wurde in einer ersten Ausbildungsveranstaltung initiiert. Dabei standen die Handhabung einer zeitgemässen Ausrüstung sowie das situationsbezogene zweckmässige Verhalten der Mitarbeitenden auf Unfallstellen im Zentrum. Die für das laufende Jahr festgelegten Schwerpunkte liegen in den folgenden Themenbereichen:

Effektivität: Fokus auf die Kernaufgabe;

Qualität: Erstellen von Berichten, die gut verständlich sind und für die Partner im Sicherheitsverbund einen Mehrwert darstellen;

Mitarbeitende: der eingeschlagene Weg, die Mitarbeitenden vermehrt in organisatorische Belange und in Prozesse wie z.B. Festlegung der Jahresziele einzubeziehen, soll weiter gegangen werden.



Dank

Die Kommission dankt allen Partnern im Sicherheitsverbund für das stete Bestreben, am Sicherheitsniveau zu arbeiten, den Mitarbeitenden der SUST und nicht zuletzt den scheidenden Kommissionsmitgliedern für ihr Engagement in der Gründerzeit der SUST.

3.2 Personelles

Im April 2016 konnte mit der Anstellung eines neuen Untersuchungsleiters für Zwischenfälle in der Luftfahrt die Zahl der hauptamtlichen Fachkräfte in der Aviatik wieder auf den Sollbestand von fünf Untersuchungsleitern angehoben werden. Ein Untersuchungsleiter für Zwischenfälle von Eisenbahnen, Bussen, Seilbahnen und Binnenschiffe verliess die SUST auf Ende September, so dass für die genannten Verkehrsträger momentan nur vier Untersuchungsleiter zur Verfügung stehen. Mit der per Januar 2016 neu besetzten Stelle des technischen Untersuchungsleiters gelang es, das Fachwissen bezüglich Aufzeichnungsgeräten zu vertiefen, und die zeitnahe Auswertung häufig verwendeter Systeme in der Luft- und Hochseeschifffahrt konnte wesentlich verbessert werden.

Während des Berichtsjahres konnten 16 neue Untersuchungsbeauftragte und eine Praktikantin für spezifische Abklärungen auf Mandatsbasis gewonnen werden, während 8 langjährige Untersuchungsbeauftragte ihre Tätigkeit beendeten. Am Ende des Jahres 2016 verfügte die SUST über 115 Untersuchungsbeauftragte mit spezialisiertem Fachwissen über alle Verkehrsträger, die Gegenstand einer Untersuchung sein können. Das Schwergewicht der Aus- und Weiterbildung lag bei der Aus- und Weiterbildung der neu

eingetretenen Untersuchungsleiter und Untersuchungsbeauftragten. Für die haupt- und nebenamtlichen Mitarbeitenden, die auf Unfallstellen von Luftfahrzeugen eingesetzt werden, fand im August 2016 ein Ausbildungskurs zum Thema Arbeitssicherheit auf Unfallstellen statt.

3.3 Finanzen

Der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle stand im Berichtsjahr ein Budget von 8.59 Millionen Franken zur Verfügung. Effektiv benötigt wurden davon 7.51 Millionen Franken. Rund eine Million 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, obwohl im Berichtsjahr relativ viele Untersuchungen eröffnet werden mussten. Dieser Betrag deckt den gesamten Personal- und Betriebsaufwand der SUST. 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 2016 einen Betrag in der Höhe von 42 600 Franken und stellte die einzige regelmässige externe Einnahmequelle der SUST dar.

4 Untersuchungsdienst



4.1 Übersicht über die Untersuchungsergebnisse

Während des Jahres 2016 gingen bei der SUST gesamthaft 1561 Meldungen über Unfälle und gefährliche Ereignisse ein. In 159 Fällen, d.h. in rund jedem zehnten Fall, wurden Sicherheitsuntersuchungen eröffnet. Es konnten gesamthaft 97 Untersuchungen von Unfällen und schweren Vorfällen sowie eine Studie abgeschlossen werden. Darunter waren 57 summarische Untersuchungen von Zwischenfällen mit geringerer Tragweite. 40 Schlussberichte (vgl. Anhang 1 und 2), 57 summarische Berichte und 2 Zwischenbericht wurden veröffentlicht. Im Rahmen ihrer Untersuchungen sprach die SUST im Jahr 2016 insgesamt 35 Sicherheitsempfehlungen und 10 Sicherheitshinweise aus. 221 Untersuchungen waren per Ende Jahr noch in Arbeit.

Zu den Zwischenfällen bei der Luftfahrt konnten 58 Untersuchungen abgeschlossen werden. 27 Schlussberichte (vgl. Anhang 1) und 31 summarische Berichte wurden veröffentlicht. Ein Zwischenbericht zu einem Zwischenfall wurde publiziert. Bezüglich der Luftfahrt wurden 18 Sicherheitsempfehlungen und 8 Sicherheitshinweise ausgesprochen. Ende Jahr waren 142 Untersuchungen in Arbeit

Für die fünf Verkehrsträger Eisenbahn, Seilbahn, Bus, Binnen- und Hochseeschiffe wurden im Berichtsjahr 13 Schlussberichte, 26 summarische Berichte und 1 Zwischenbericht abgeschlossen und auf dem Internet veröffentlicht. Im Jahr 2016 wurden insgesamt 16 Sicherheitsempfehlungen in Schlussberichten, 1 Empfehlung in einem Zwischenbericht sowie 2 Sicherheitshinweise ausgesprochen. Ende Jahr waren für die Verkehrsträger Eisenbahn, Seilbahn, Bus, Binnen- und Hochseeschiffe 79 Untersuchungen in Arbeit.

4.2 Übersicht nach Verkehrsträger

Luftfahrt

Im Jahr 2016 gingen 1219 Meldungen von Zwischenfällen in der Luftfahrt ein, die nach den rechtlichen Grundlagen beurteilt wurden. Um die Gefährdung abschätzen zu können, war insbesondere bei unbeabsichtigten Annäherungen von zwei Luftfahrzeugen (Airprox) der Einsatz zusätzlicher technischer Hilfsmittel notwendig. Gestützt auf diese Abklärungen wurden 35 Untersuchungen von Unfällen und 58 Untersuchungen von schweren Vorfällen eröffnet. Darunter befanden sich 13 Airprox mit hoher oder erheblicher Kollisionsgefahr. Bei 33 Ereignissen wurde eine ausführliche Untersuchung aufgenommen, während bei 60 Zwischenfällen die ersten Untersuchungsergebnisse eine summarische Untersuchung nahelegten.

Die durch schweizerische Flugbetriebsunternehmen eingesetzten Flugzeuge des Regionalverkehrsflugzeuges Avro 146-RJ100 waren bereits in den vergangenen Jahren immer wieder Gegenstand von Störungsmeldungen zu technischen Vorfällen. Diese umfassten u. a. Probleme mit dem Fahrwerk, den Steuerkontrollen, Landeklappen oder mit dem Hydrauliksystem. Auch in diesem Jahr häuften sich die Meldungen von Ereignissen, bei denen Gase oder Rauch im Flugzeug aufgetreten waren, welche die Flugzeuginsassen durch üblen Geruch oder toxische Wirkungen beeinträchtigten. Insgesamt erreichten die SUST 15 Störungsmeldungen zu Vorfällen dieser Art, davon allein im Monat Oktober deren acht. In vier der genannten Fälle hat die SUST eine Untersuchung eingeleitet.

Gegenüber den Vorjahren war eine deutliche Zunahme von gefährlichen Annäherungen zwischen herkömmlichen bemannten Luftfahrzeugen und unbemannten Luftfahrzeugen (Drohnen) festzustellen. Es wurden diesbezüglich drei Untersuchungen eröffnet.

Obwohl die Mittel für die Suche und Rettung im Verlauf der letzten Jahrzehnte erhebliche Verbesserungen erfahren haben, wurden in den vergangenen fünf bis zehn Jahren immer wieder Unfälle der allgemeinen Luftfahrt beobachtet, bei denen das Luftfahrzeug und die Besatzung nur mit erheblicher Verzögerung gefunden und geborgen werden konnten. Aus diesem Grund wurde von der SUST in Zusammenarbeit mit den beteiligten Verkehrskreisen eine umfassende Studie zum Thema Such- und Rettungsdienst (Search and Rescue – SAR) in der Schweiz durchgeführt, die im Jahr 2016 zum Abschluss gebracht werden konnte. Diese Studie wurde auf der Internetseite der SUST veröffentlicht und den Abonnenten der Schlussberichte zugestellt. Um die Anwendbarkeit der Erkenntnisse zu verbessern, wurden die wesentlichen Elemente der Studie knapp zusammengefasst. Insbesondere ist nun die Organisation und Arbeitsweise des SAR, illustriert anhand eines exemplarischen SAR-Falls und verbunden mit den Empfehlungen an Leistungserbringer und Leistungsbezüger, in einer Broschüre verfügbar. Diese wird kostenlos an Flugschulen abgegeben und auf Flugplätzen zur Information aufgelegt. Die gleichen Informationen sind zusätzlich auf der Microsite www.sar-booklet.ch zugänglich, die speziell auf den Einsatz von Tabletcomputer und Smartphones ausgerichtet ist.

Durch Unfälle von Luftfahrzeugen auf Schweizerischem Hoheitsgebiet und von in der Schweiz eingetragenen Luftfahrzeugen im Ausland wurden 2016 ein Fluggast und vier Besatzungsmitglieder tödlich verletzt. Drei Fluggäste, vier Besatzungsmitglieder und zwei weitere Personen erlitten erhebliche Verletzungen.

Eisenbahnen

Im Jahr 2016 gingen 298 Meldungen zu sicherheitsrelevanten Ereignissen bei Eisenbahnen ein, wovon 32 Trams betrafen. In 61 Fällen rückte ein Untersuchungsleiter vor Ort aus. In 56 Fällen wurde eine Untersuchung eröffnet.

Zu den grösseren Ereignissen zählen in chronologischer Reihenfolge die Kollision eines historischen Dampfzuges mit Güterwagen in Sihlbrugg (ZH) am 20. Februar 2016, die Frontalkollision zweier Personenzüge in Corcapolo (TI) am 26. April 2016, die Kollision zwischen einem ICE und einem Reiseкар in Interlaken (BE) am 20. Mai 2016, die Entgleisung eines Reisezuges in Horw (LU) am 5. Juni 2016, die Kollision einer Rangierbewegung mit einem Güterzug in Chiasso (TI) am 16. Juli 2016, sowie zweimal ein entlaufenes Fahrzeug in Andermatt (UR) am 1. September 2016 und am 28. November 2016. Zudem lag ein Schwerpunkt bei der Untersuchung von Rangierunfällen.

Bei den der SUST gemeldeten Ereignissen kamen 57 Reisende, 12 Mitarbeitende von Verkehrsunternehmen und 136 weitere Personen im Zusammenhang mit Eisenbahnen (inkl. Tram) zu Schaden. 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

18 Meldungen trafen im Zusammenhang mit Seilbahnen ein. In 3 Fällen ging der Untersuchungsleiter vor Ort. Bei 2 Vorkommnissen wurde eine Untersuchung eingeleitet. Beide Untersuchungen betreffen einen Fahrzeugabsturz.

Bei den gemeldeten Ereignissen kamen 10 Reisende, 2 Mitarbeitende von Seilbahnunternehmen sowie 1 weitere Personen zu Schaden. Am häufigsten kamen Reisende beim Ein- oder Aussteigen der Seilbahn zu Schaden.

Busse

Im Zusammenhang mit Bussen wurde die SUST bei 12 Zwischenfällen alarmiert. Bei einem Vorfall wurde eine Untersuchung eingeleitet.

Bei den gemeldeten Ereignissen kamen 6 Reisende, 2 Mitarbeitende von Busunternehmen sowie 2 weitere Personen zu Schaden. 7 von 12 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.

Binnenschiffe

Im Jahr 2016 wurde die SUST 6 Mal alarmiert. In 4 Fällen wurde eine Untersuchung eröffnet.

Zu den grösseren Ereignissen zählen die Kollision eines Motorschiffes mit dem Anlegesteg in Küsnacht (ZH) am 20. April 2016 und die Kollision zweier Dampfschiffe auf dem Vierwaldstättersee bei Luzern (LU) am 19. August 2016.

Bei den gemeldeten Ereignissen kamen 17 Reisende, 3 Mitarbeitende von Schifffahrtsunternehmen und 1 weitere Personen zu Schaden.

Hochseeschiffahrt

Während des Jahres 2016 wurden der SUST acht Zwischenfälle von Hochseeschiffen, die unter Schweizer Flagge verkehren, gemeldet. In den folgenden drei Fällen eröffnete die SUST eine Sicherheitsuntersuchung: Beim Auslaufen eines Mehrzweckfrachtschiffes aus dem Hafen

von Leixoes in Portugal wurden zwei Seeleute in schwerer See erheblich verletzt. Bei einem anderen Mehrzweckfrachtschiff explodierte die Hauptmaschine, als es Swinoujscie in Polen anlief. Dadurch wurde das Schiff manövrierunfähig und lief kurzzeitig auf Grund. Im chinesischen Meer südlich von Shanghai ereignete sich eine Kollision zwischen einem Schweizer Schüttgutfrachtschiff und einem Fischereifahrzeug unter chinesischer Flagge. In den beiden letzten Unfällen kamen keine Personen zu Schaden.

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 eben erwähnten Gewaltenteilung darf die Untersuchungsstelle nicht selber Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit anordnen, sondern diese den zuständigen Stellen nur vorschlagen. Diese behalten folglich ihre Verantwortung vollständig. Die Sicherheitsuntersuchungsstelle – in der Schweiz die SUST – wendet sich an die zuständigen Aufsichtsbehörden,

in dem sie im Rahmen eines Zwischen- oder Schlussberichts ein allfällig vorhandenes Sicherheitsdefizit darlegt und entsprechende Sicherheitsempfehlungen ausspricht. Es obliegt anschliessend der zuständigen Aufsichtsbehörde zusammen mit den beteiligten Verkehrskreisen zu entscheiden, ob und wie die Sicherheitsempfehlungen umgesetzt werden sollen.

Die Europäische Union hat im Jahr 2003 die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) gegründet, die im Auftrag der Mitgliedstaaten für einheitliche und verbindliche Vorgaben in Bezug auf die Flugsicherheit in der europäischen Luftfahrt sorgen soll. Die EASA ist seither in zunehmendem Masse daran, ihre Kompetenzen insbesondere in den Bereichen Technik, Flugbetrieb, Flugsicherung und Flugplätze 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.

Im Bereich der Eisenbahnen erhält die Regulation durch die EU einen immer höheren Stellenwert. Diese betrifft namentlich die technische Interoperabilität im internationalen Verkehr. 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 (VSZV) richten sich deshalb alle Sicherheitsempfehlungen im Bereich der Bahnen an das Bundesamt für Verkehr (BAV). Die VSZV setzt die Sicherheitsrichtlinie der EU (2004/48/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.

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 be-

rät die Kommission der EU in technischen und wissenschaftlichen Fragen der Seeverkehrssicherheit und im Bereich der Verhütung von Meeresverschmutzung durch Schiffe. Sie wirkt bei der fortlaufenden Erarbeitung und Aktualisierung von Rechtsakten, bei der Überwachung ihrer Umsetzung und bei der Beurteilung der Wirksamkeit bestehender Maßnahmen mit. Hingegen hat sie insbesondere gegenüber der Schweiz keine Weisungsbefugnis. Allfällige Sicherheitsempfehlungen der SUST richten sich deshalb an das Schweizerische Seeschiffahrtssamt als nationale Aufsichtsbehörde.

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

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 Aufsichtsbehörden ihre Entscheidung. Die Massnahmen der Aufsichtsbehörden in Bezug auf die Sicherheitsempfehlungen werden von der SUST wie folgt eingeteilt:

- **Umgesetzt:** Es wurden Massnahmen ergriffen, die das festgestellte Sicherheitsdefizit mit grosser Wahrscheinlichkeit deutlich verringern oder eliminieren.
- **Teilweise umgesetzt:** Es wurden Massnahmen getroffen, welche das Sicherheitsdefizit mit grosser Wahrscheinlichkeit etwas verringern oder teilweise eliminieren oder es ist ein verbindlicher und zeitlich definierter Umsetzungsplan vorliegend und begonnen worden, der mit grosser Wahrscheinlichkeit zu einer deutlichen Verringerung des Sicherheitsdefizits 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 Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 14. Dezember 2014 (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 2016 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 März 2017. Der aktuelle Umsetzungsstand von Sicherheitsemp-

fehlungen sowie weitere Details können der Website der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle entnommen werden.

5.2 Luftfahrt

Unfall eines Helikopters UH-1H in Rüthi (SG), 20.12.2012

Am 20. Dezember 2012 beabsichtigte der Pilot mit einem Helikopter Bell UH-1H vom Heliport Balzers zum Flugplatz St. Gallen-Altenrhein zu fliegen. Während des Fluges nahmen die Insassen sehr starke Vibrationen und eine bruske Drehbewegung der Nase des Helikopters nach rechts wahr. Während dieser Phase verlor der Pilot zeitweise die Kontrolle über den Helikopter. Daraufhin entschied sich der Pilot für eine Notlandung. Bei der Landung wurde der Helikopter zerstört und ein Insasse erheblich verletzt.

Sicherheitsdefizit

Der Helikopter war im Luftfahrzeugregister in der Sonderkategorie, Unterkategorie «historisch», eingetragen. Als diese Immatrikulation geschah, wandte das Bundesamt für Zivilluftfahrt das Baumusterzeugnis (Type Certificate – TC) H350 nicht mehr an, in dem relevante betriebliche Einschränkungen festgehalten waren. Somit verloren diese sinnvollen Einschränkungen ihre Gültigkeit. Zwar wurden in der Fluggenehmigung betriebliche Einschränkungen gemacht, diese bezogen sich jedoch nur auf die Art der Flüge. Die Anzahl Passagiere an Bord wurde nicht limitiert. Dies war nicht risikobewusst.

Sicherheitsempfehlung Nr. 506, 23.12.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte im Einzelfall prüfen, welche Einschränkungen beim Betrieb von Luftfahrzeugen der Sonderkategorie, Unterkategorie «historisch», notwendig sind.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Sicherheitsdefizit

Der Helikopter war im Luftfahrzeugregister in der Sonderkategorie, Unterkategorie «historisch», eingetragen. Das Helikoptermuster UH 1H besitzt komplexe Systeme und verlangt für Instandhaltungsarbeiten fundiertes Fachwissen. Aus Sicht der SUST war der Halter des Helikopters für eine Ermächtigung, selber Instandhaltungsarbeiten an diesem Luftfahrzeug durchführen zu dürfen, nicht qualifiziert.

Üblicherweise sind Instandhaltungsarbeiten bei solchen Mustern durch qualifiziertes Unterhaltspersonal in entsprechend qualifizierten Betrieben auszuführen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 507, 23.12.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) soll das Verfahren zur Erlangung von Ermächtigungen zur Durchführung und Bescheinigung von Instandhaltungsarbeiten an Luftfahrzeugen der Sonderkategorie, Unterkategorie «historisch», überprüfen. Dabei sind strengere Anforderungen zu definieren und umzusetzen, um die erforderliche Qualität sicherzustellen.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Kollision zwischen einem Segelflugzeug und einem Motorflugzeug bei Auenstein, 06.06.2013

Am 6. Juni 2013 kam es über dem Raum Auenstein zu einer Kollision mit einem Segelflugzeug und einem Motorflugzeug. Das Segelflugzeug war mit einem Kollisionswarnsystem Flarm und das Motorflugzeug mit einem Mode-S-Transponder ausgerüstet.

Sicherheitsdefizit

Das Sicherheitsdefizit betrifft grundsätzlich alle Luftfahrzeugkategorien und wurde aus mehreren Untersuchungen der letzten Jahre ermittelt. Daraus geht hervor, dass es immer wieder zu gefährlichen Annäherungen und zu Kollisionen zwischen Luftfahrzeugen kam. Den Verkehrsteilnehmern waren im Allgemeinen die Bedeutung und die Grenzen des Prinzips «see and avoid» nicht bewusst. Die Anwendung von «see and avoid» ohne technische Unterstützung konnte gefährliche Annäherungen und in einzelnen Fällen eine Kollision nicht verhindern. Mehrheitlich waren die Luftfahrzeuge nicht mit Kollisionswarnsystemen ausgerüstet. Zudem waren eingebaute Kollisionswarnsysteme untereinander nicht kompatibel. Im vorliegenden Fall konnte das mit Flarm ausgerüstete Segelflugzeug das Signal des Mode-S-Transponders des Motorfluges nicht empfangen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 498, 02.03.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte in Zusammenarbeit mit den Anspruchsgruppen alle Besatzungen über die Kollisionsrisiken sensibilisieren und die Aus- und Weiterbildung von Besatzungen in der Anwendung des Prinzips «see and avoid» und der Kollisionswarnsysteme intensivieren.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Mit Schreiben vom 9. Mai 2016 teilt das BAZL mit, dass es mit der Sicherheitsempfehlung grundsätzlich einverstanden ist und nimmt wie folgt Stellung: Das

Thema «see and avoid» werde bereits in der Grundausbildung wie auch in Weiterbildungskursen intensiv geschult. Zusätzliche Massnahmen sind aus Sicht des BAZL nicht notwendig. Jedoch sieht das BAZL die Möglichkeit, Motorflugpiloten zusätzlich darauf zu sensibilisieren, aktive Segelfluggebiete zu meiden oder bei deren Durchflug eine intensive Luftraumbeobachtung durchzuführen. Zudem wurde mit dem Motorflugverband Kontakt aufgenommen, damit diese Themen an den nächsten Safety-Anlässen 2016 aufgenommen werden. Ebenfalls wird das BAZL Publikationen zu diesem Thema in Fachzeitschriften veranlassen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 499, 02.03.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte in Zusammenarbeit mit den Anspruchsgruppen und der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA) ein Konzept für die Einführung von kompatiblen, auf Standards der Internationalen Zivilluftfahrt basierenden Kollisionswarnsystemen für die allgemeine Luftfahrt erarbeiten und einen Aktionsplan für die kurz-, mittel- und langfristige Umsetzung erstellen und umsetzen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Mit Schreiben vom 9. Mai 2016 teilte das BAZL mit, dass es mit der Sicherheitsempfehlung grundsätzlich einverstanden ist und nimmt wie folgt Stellung: Das BAZL wird in Zusammenarbeit mit dem Aeroclub, Haltern und Piloten von Motorflugzeugen darauf sensibilisieren, Motorflugzeuge mit Kollisionswarngeräten auszurüsten (Power Flarm).

Mit Schreiben vom 27. April 2016 teilt die EASA mit, dass sie dieses Thema untersucht und die entsprechende Studie EASA.2011.07 publiziert hat. Diese Studie kam zum Schluss, dass solche Kollisionswarngeräte leicht, günstig und kompatibel sein sollen. Entsprechend empfahl die EASA einen technischen Standard für Kollisionswarngeräte für die General Aviation zu entwickeln. Verschiedene Systeme sind bereits verfügbar und werden verbreitet genutzt. Die EASA hat zum Einbau eines dieser Systeme (Flarm) ermutigt und stellt entsprechende Richtlinien zur Verfügung, damit dieses Gerät als Standardänderung eingebaut werden kann. Die EASA beobachtet kontinuierlich die Entwicklung weiterer Lösungen und hat eine weitere interne Studie gestartet, um weitere Massnahmen zu evaluieren.

Schwerer Vorfall eines Helikopters am Flughafen Zürich, 06.06.2013

Am 6. Juni 2013 Uhr startete ein Pilot mit einem Helikopter des Modells Agusta A109 SP zu einem technischen Flug, um eine Funktionskontrolle der Rettungswinde durchzuführen. An Bord befand sich ein Windenoperator und am Boden ein Mechaniker mit der vorbereiteten Last von 250

kg. Dessen Aufgabe war es, die Last zu gegebener Zeit am Windenhaken einzuhängen. Beim Anheben der Prüflast riss das Windenseil.

Sicherheitsdefizit

Die Untersuchungsergebnisse lassen den Schluss zu, dass sich das Windenseil vor dem Anheben der Last in der Befestigung des Haltebügels der Rettungswinde verfangen hatte und unter Belastung riss. Als ursächlicher Faktor dafür wurde die Konstruktion der Befestigungseinheit der Rettungswinde ermittelt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 528, 30.12.2016

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollte in Zusammenarbeit mit dem Helikopterhersteller sicherstellen, dass ein Verfangen des Windenseils an der Befestigungseinheit der Rettungswinde mit technischen Massnahmen verhindert wird.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Schwerer Vorfall eines Flugzeuges CTLS-ELA in Gland am 12.07.2013

Am 12. Juli 2013 startete ein Flugzeug Flight Design CTLS-ELA in La Côte zu einem Flug nach Neuenburg. Beim Überfliegen der Bäume am Ende der Piste 04 begann der Motor zu stottern und anschliessend stellte er schlagartig ab. Der Pilot konnte das Flugzeug notlanden. Als Ursache der unzureichenden Kraftstoffversorgung wurde die Auslegung des Kraftstoffsystems ermittelt, die entstehende Gasblasen nicht ausreichend eliminieren konnte. Versuche des Flugzeugherstellers zeigten, dass eine Kraftstoffrücklaufleitung in den Tank die Gasblasen eliminiert.

Sicherheitsdefizit

Im betroffenen Flugzeug war keine elektrische Kraftstoffpumpe eingebaut, obwohl sie in der deutschsprachigen Version des Einbauhandbuches gefordert wurde.

Sicherheitsempfehlung Nr. 505, 15.03.2016

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollte in Zusammenarbeit mit dem Flugzeughersteller Flight Design GmbH sicherstellen, dass dieser geeignete Massnahmen trifft, um die Entstehung von Gasblasen im Kraftstoffsystem von Flugzeugen des Musters Flight Design CTLS zu minimieren und sicherzustellen, dass allfällig vorhandene Gasblasen ausreichend eliminiert werden.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Mit Schreiben vom 7. Juni 2016 teilt die EASA mit, dass sie das Thema mit dem Type Certificate Hol-

der Flight Design untersucht hat. Dieser hat weitere Tests mit dem am schweren Vorfall beteiligten Flugzeug durchgeführt und konnte weder eine Warnung bezüglich zu niedrigem Treibstoffdruck noch ein Abstellen des Motors feststellen. Basierend auf diesen Erkenntnissen ist die EASA der Meinung, dass trotz möglicher Präsenz von Gasblasen das Treibstoffsystem bewährt und robust ist und keine weiteren Massnahmen notwendig seien.

Unfall eines Helikopters Cabri G2 in Wichtrach, 13.07.2013

Ein Fluglehrer und ein Flugschüler führten am 13. Juli 2013 mit einem Helikopter Cabri G2 einen Ausbildungsflug durch. Beim Ausüben von Landeübungen vernahm die Besatzung einen Knall, gefolgt von einer Geruchsentwicklung. Zusammen mit einem Mechaniker führte die Besatzung im Gelände eingehende Inspektionen durch. Das in einem Hohlraum neben dem Hauptrotorgetriebe gelöste Stromversorgungsgerät des Stroboskoplichts, sowie die angesengte Oberflächenbeschichtung des Schaumstoffluftfilters im unmittelbaren Bereich des Auspuffs, wurden von den Beteiligten als plausible Erklärungen für die Wahrnehmungen im Flug eingestuft. Beim anschliessenden knapp 10 Minuten dauernden Rückflug trat der Geruch wieder auf, gefolgt von einer Rauchentwicklung aus dem Motorenraum. Der Fluglehrer leitete sofort eine vorsorgliche Landung ein. Dabei desintegrierte das Gebläserad des Kuhlflusystems und verursachte weitere Kollateralschäden im Motorenraum und den Ausfall des Motors. In der Folge führte die Besatzung erfolgreich eine Autorotation durch.

Sicherheitsdefizit

Die Untersuchung ergab, dass der Bruch des Gebläserades auf eine Ermüdung des Materials, eine ungenügende konstruktive Auslegung sowie auf Material, das nicht den geforderten Spezifikationen entsprach, zurückzuführen war. Weiter wurde erkennbar, dass die bisher vom Hersteller publizierten Service Bulletins nicht ausreichend waren, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

Sicherheitsempfehlung Nr. 502, 03.10.2016

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollte sicherstellen, dass der Hersteller Hélicoptères Guimbal die Betriebssicherheit des Gebläserades des Kuhlflusystems in Helikoptern des Musters Cabri G2 flottenweit sofort überprüft und für den weiteren Betrieb ein entsprechendes Inspektionsprogramm erstellt wird.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Mit Schreiben vom 24. November 2016 greift die EASA die vom Hersteller Hélicoptères Guimbal als auch von der EASA publizierten verbindlichen

Service Bulletins bzw. Lufttüchtigkeitsanweisungen auf. Die entsprechenden Kontrollen haben mehrere Bauteile mit Rissen entdecken lassen. Die Kontrollarbeiten waren ohne spezifische Probleme durchzuführen. Die EASA anerkennt die Notwendigkeit, den Produktionsprozess der vorderen Scheibe des Gebläserades zu verbessern (vgl. Sicherheitsempfehlung 503). Der Hersteller ist der Ansicht, dass die Rissentwicklung primär von der Anzahl Start-Stopp-Zyklen abhängig ist. Entsprechend wurden diese Werte durch die EASA in der Lufttüchtigkeitsanweisung 2016-0033 aufgenommen und publiziert.

Sicherheitsempfehlung Nr. 503, 03.10.2016

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) sollte sicherstellen, dass der Hersteller Hélicoptères Guimbal geeignete Massnahmen trifft, um das Auftreten einer Desintegration des Gebläserades des Kühlsystems in Helikoptern des Modells Cabri G2 zu verhindern.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Der Hersteller Hélicoptères Guimbal hat den Produktionsprozess der vorderen Scheibe des Gebläserades angepasst, um eine homogene Materialdicke zu erreichen und die residualen Spannungen im Material zu verringern. Zusätzlich wurde die doppelte Anzahl Fixationspunkte angebracht und neue Schrauben verwendet. Die modifizierte Version wird bei neu hergestellten Helikoptern seit Ende 2015 verbaut. Die in der Lufttüchtigkeitsanweisung definierten Inspektionsanforderungen bleiben bestehen. Zudem hat Hélicoptères Guimbal eine vordere Scheibe aus Verbundwerkstoff entwickelt. Diese wurde durch die EASA im Juli 2016 zugelassen und steht für die Nachrüstung der bestehenden Flotte seit September 2016 bereit.

Gefährliche Annäherung zwischen zwei Verkehrsflugzeugen am Flughafen Genf, 31.03.2014

Eine Boeing 737-800 führte bei schönem Wetter einen Sichtanflug auf die Piste 05 des Flughafens Genf aus. Als sie noch ungefähr 7.5 NM von der versetzten Pistenschwelle entfernt war, liess der Platzverkehrsleiter eine Fokker 100 in die Startposition am Pistenanfang rollen. Um den Verkehrsfluss zu beschleunigen, liess er zudem vorgängig eine PC12 vom Rollweg Z starten, der im ersten Drittel in die Piste 05 einmündet. Anschliessend wartete er, bis die PC12 sich genügend entfernt hatte und erteilte dann die Startfreigabe an die Fokker 100. Das Pisten-Sicherheitsnetz (runway incursion monitoring and conflict alert sub-system – RIMCAS) warnte nun vor der bevorstehenden Annäherung zwischen der Boeing 737-800 und der Fokker 100 mittels einer orangenen Warnung. Da der Flugverkehrsleiter zur Verkehrsabwicklung nach Sicht seinen Blick nach aussen gerichtet hatte, bemerkte er den visuellen Alarm nicht. 15 Sekun-

den später wurde eine rote Warnung verbunden mit einem akustischen Alarm ausgegeben, womit die Annäherung als kritisch eingestuft eine sofortige Korrekturmassnahme erforderlich wurde. Beim Auftreten des akustischen Alarms schätzte der Flugverkehrsleiter den Durchstart der Boeing 737-800 als ungeeignet ein und erteilte dem anfliegenden Flugzeug deshalb die Landeerlaubnis. Als letzteres die versetzte Pistenschwelle überflog, war nur noch ein Abstand zur startenden Fokker 100 vorhanden, der dem halben Mindestabstand entsprach.

Sicherheitsdefizit

Der schwere Vorfall zeigte, dass die Parametrisierung des RIMCAS nur eine Hilfestellung bei den Verfahren geringer Sichtweiten (low visibility procedures – LVP) bietet, um den Flugverkehrsleiter vor möglichen gefährlichen Annäherungen zu warnen. Im vorliegenden Fall erfolgte eine erste Warnung zu einem Zeitpunkt, als es für eine Intervention durch die Platzverkehrsleitstelle zu spät war.

Sicherheitsempfehlung Nr. 508, 06.12.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte dafür sorgen, dass die Parametrisierung des runway incursion monitoring and conflict alert sub-system (RIMCAS) überdacht wird, damit es als Sicherheitsnetz auch unter anderen meteorologischen Bedingungen als denjenigen geringer Sichtweiten effizient ist.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. In einem Schreiben vom 7. März 2017 antwortete das BAZL wie folgt: Das RIMCAS ist ein Sicherheitsnetz und soll nicht als Planungstool verstanden oder benutzt werden. Alarmer führen grundsätzlich zu einer Verschiebung der Aufmerksamkeit und zu einer erhöhten "head down time". Es ist fraglich, ob eine angepasste Parametrisierung des RIMCAS die Unterschreitung der Staffelle in diesem Fall hätte verhindern können.

Unfall eines Motorflugzeuges in Grenchen, 05.07.2014

Am 5. Juli 2014 verunfallte ein Flugzeug Flight Design CTSW bei der Landung auf dem Flughafen Grenchen. Die Wetterverhältnisse waren windig und trocken. Der Pilot erlitt beim Unfall erhebliche Verletzungen, das Flugzeug wurde zerstört. Feuer brach nicht aus.

Sicherheitsdefizit

Auf Grund des Zerstörungsgrades des Flugzeuges, speziell wegen den geborstenen Treibstofftanks, musste an der Unfallstelle aber dennoch mit der Gefahr eines Brandausbruchs gerechnet werden. Das möglichst rasche Aufstellen eines sofort einsetzbaren und schlagkräftigen Brandschutzes war deshalb angezeigt. In der Folge ergriffen die Ein-

satzkräfte teilweise Massnahmen, die nicht konsequent auf eine Gefahrenabwehr bei einem Brandausbruch ausgerichtet waren. Auch die Gefahr, die vom ballistischen Rettungssystem, das im Flugzeug eingebaut war, ausging, wurde nicht zweckmässig beurteilt. Dies setzte sowohl den verletzten Piloten als auch die Einsatzkräfte zusätzlichen Risiken aus. Die SUST kam zum Schluss, dass ähnlich gelagerte Probleme nicht nur in Grenchen, sondern auch auf anderen Flugplätzen vorhanden sind. Die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle erachtet es deshalb als sinnvoll, die Ausbildung und Einsatzverfahren der Flugplatzfeuerwehren zu überprüfen und wo nötig zu verbessern.

Sicherheitsempfehlung Nr. 523, 19.12.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte in Zusammenarbeit mit den Flugplatzleitungen, den Leitern der Flugplatzfeuerwehren und den Institutionen des Schweizer Feuerwehrwesens Umfang, Inhalt, Umsetzung und Effektivität der Ausbildung der Feuerwehrleute auf den Flugplätzen sowie die vorgesehenen Einsatzverfahren überprüfen und gegebenen Falles adäquate Massnahmen zur Erreichung der erwarteten Einsatzbereitschaft ergreifen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt – Das Bundesamt für Zivilluftfahrt hat im Rahmen seiner Aufsichtstätigkeit einen Vertrag mit Schutz und Rettung Zürich (SRZ) abgeschlossen, um bei der Überprüfung der Infrastruktur, Ausbildung, Beurteilung von Notfallübungen im Bereich des Feuerwehr- und Rettungswesens auf Fachexperten zurückgreifen zu können. Des Weiteren sind Experten des Service de Sécurité (SSA) des Flughafens Genf und solche des Flugplatzes Birrfeld bzw. des Flughafens Wien im Einsatz um die Ausbildung der Flugplatzfeuerwehren zu unterstützen.

Am 7. Februar 2017 hat das BAZL die Flugplatzleiter aufgefordert, nach der Ausbildung durch den beauftragten Experten jeweils einen Beurteilungsbericht einzureichen. Am 29. Juni 2017 ist ein Meeting mit den Flugplatzkommandanten im BAZL geplant, um über die Zusammenarbeit mit den Experten sowie die Ausbildung auf den Flugplätzen zu diskutieren. Aufgrund risikobasierter Überlegungen plant das BAZL zusätzlich eine Inspektion auf denjenigen Flugplätzen, welche die Ausbildung nicht mit Fachexperten von SRZ oder des Service SSA durchführen. Die Ergebnisse aus diesen Inspektionen werden anschliessend mit den Flugplatzleitern und den Leitern der Flugplatzfeuerwehren besprochen und sofern notwendig, geeignete Massnahmen angeordnet. Zusätzlich wird das BAZL die Richtlinie AD 1-001 im Bereich des Kapitels 5 (minimale Ausbildung) soweit ergänzen, dass die Flughäfen von Bern-Belp, Lugano und St. Gallen-Altenrhein ebenfalls eine Ausbildung à 2 Stunden mit einem Experten in Flugzeugbrandbekämpfung zu absolvieren haben.

Gemäss Rücksprache mit dem Schweizerischen Feuerwehrverband (SFV) hat diese Organisation keine Kenntnisse in

Flugzeugbrandbekämpfung. Sie unterstützt aber den Ansatz, dass die Ausbildung der Flugplatzfeuerwehren mehrheitlich von Experten der professionellen Feuerwehren von SRZ und des SSA durchgeführt werden. In Zusammenarbeit zwischen dem BAZL, dem Schweizerischen Feuerwehrverband (SFV), Schutz und Rettung Zürich und dem SSA sind unter der Federführung des SFV drei eintägige Kurse «Unfälle von Kleinflugzeugen und Helikoptern» am 13. Juni 2017 in St. Gallen-Altenrhein, am 15. September 2017 in Grenchen und am 26. Oktober 2017 in Samedan geplant.

Sicherheitsdefizit

Das Muster CTSW ist ein Ultraleichtflugzeug; in der Schweiz ist es in der Unterkategorie «Ecolight» zugelassen. Die Wetterverhältnisse zum Zeitpunkt des Unfalls waren windig. Der Anflug erfolgte mit einer Landeklappenstellung von 40°. Als kausaler Faktor für den Unfall ermittelte die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle unter anderem die vom Piloten zu gering gewählte Anfluggeschwindigkeit. Der Pilot gab im Verlaufe der Untersuchung an, für Landungen mit einer Landeklappenstellung von 40° im letzten Teil des Endanfluges normalerweise mit 85 bis 90 km/h geflogen zu sein, bei turbulenten Verhältnissen mit etwa 90 bis 95 km/h. Als Begründung für diese Geschwindigkeit führte er die Regel ins Feld, wonach die Anfluggeschwindigkeit das 1.3-Fache der Überziegeschwindigkeit in Landekonfiguration (VS0) ist. Im vorliegenden Fall kommt man dabei auf etwa 85 km/h. Die vom Piloten verwendete und von ihm selbst hergestellte Checkliste verlangte eine Anfluggeschwindigkeit zwischen 80 und 90 km/h bei 40° Klappen. Die für den Unfallflug aus den vorhandenen Daten berechnete angezeigte Anfluggeschwindigkeit lag konstant bei rund 80 km/h; somit etwa 20 km/h unter der im Flug- und Wartungshandbuch angegebenen Anfluggeschwindigkeit von «ca. 100 km/h». Die gängige Praxis, die Anfluggeschwindigkeit bei starkem Gegenwind um einen Drittel der Windgeschwindigkeit zu erhöhen, hätte bei dem gegebenen Windverhältnissen für eine Anfluggeschwindigkeit zwischen 105 und 110 km/h gesprochen.

Sicherheitshinweis Nr. 6, 28.12.2016

Die in der Aviatik verbreitete Regel, wonach die Anfluggeschwindigkeit das 1.3-Fache der Überziegeschwindigkeit in Landekonfiguration (VS0) beträgt, ist für Flugzeuge vergleichsweise geringer Masse – insbesondere Ecolight- und Ultraleichtflugzeuge – nur beschränkt anwendbar. Das Verhältnis zwischen Impuls und Luftwiderstand impliziert bei solchen Flugzeugen eine höhere Anfluggeschwindigkeit, als sie sich aus der Regel ergibt. Ausserdem sollte diese Regel lediglich dann angewendet werden, wenn vom Hersteller des Luftfahrzeuges keine Anfluggeschwindigkeit vorgegeben wird.

Sicherheitsdefizit

Das Flugzeug war mit einem Gesamtrrettungssystem (Fallschirm-Rettungssystem mit Raketentreibsatz, im Folgenden BPS genannt) ausgerüstet. Dieses System wurde vor oder durch den Aufprall des Flugzeuges nicht ausgelöst. Die Abdeckung in der Ausschussöffnung des BPS war intakt und verschloss die in die Rumpfoberseite eingelassene Ausschussöffnung für die BPS-Rakete nach wie vor. Während der Intervention durch Ersthelfer und Rettungskräfte hielten sich mehrfach Personen im Gefahrenbereich (Ausschusssektor) des BPS auf. Im Verlauf der Arbeiten an der Unfallstelle wurde durch einen örtlichen Flugzeugmechaniker ein Splint am BPS-Auslösegriff im Cockpit angebracht und das BPS so gegen ein unbeabsichtigtes Auslösen via Auslösegriff gesichert. Da jedoch Beschädigungen der Struktur im Bereich des BPS anzunehmen waren, konnte ein plötzliches Auslösen des BPS während den Untersuchungen an der Unfallstelle und der anschliessenden Bergung nicht ausgeschlossen werden.

Sicherheitshinweis Nr. 7, 28.12.2016

Wenn bei einem Flugunfall ein Gesamtrrettungssystem (Fallschirm-Rettungssystem mit Raketentreibsatz) nicht ausgelöst wird, muss von einer Gefährdung der Rettungskräfte durch das Gesamtrrettungssystem ausgegangen werden – das Gesamtrrettungssystem kann durch Rettungsarbeiten am Wrack ausgelöst werden, selbst wenn der Auslösemechanismus im Cockpit gesichert ist. Wenn ein nicht ausgelöstes Gesamtrrettungssystem an einer Unfallstelle erkannt wird, ist es sicherheitsbewusst, zusätzlich zur generellen Absperrung der Unfallstelle den Ausschusssektor des Gesamtrrettungssystems speziell zu markieren. Ein mittels Absperrband oder Leitkegeln kenntlich gemachter Trichter von etwa 60° Öffnungswinkel und 100 Meter Länge von der Ausschussöffnung her in Ausschussrichtung wird empfohlen. Jedes nicht unbedingt nötige Betreten dieses Sektors sollte vermieden werden. Überlebende sollen so rasch wie möglich aus der Gefahrenzone gebracht werden. Wenn möglich und für die Sicherung von Rettungsarbeiten nötig, können Massnahmen ergriffen werden, wie sie in der Sicherheitsempfehlung Nr. 454 der SUST beschrieben sind. Dazu gehört primär, das Auslösekabel so nahe wie möglich an der Anzündeinheit zu blockieren. Dies kann beispielsweise mit einer Crimpzange durchgeführt werden, indem möglichst nahe bei der Rakete und ohne das Kabel in dessen Mantel zu verschieben mit einer Crimpklampe das Auslösekabel mit dem Kabelmantel verpresst und dadurch blockiert wird.

Unfall eines Motorflugzeuges am Flugfeld Beromünster, 13.12.2014

Am 13. Dezember 2014 begann ein Pilot mit einem Motorflugzeug Cessna 182J den Startlauf auf der Graspiste 34 des Flugfeldes Luzern-Beromünster. An Bord befanden sich

vier Fallschirmspringer, die auf dem Flugzeugboden sassen und nicht angeschnallt waren. Die Graspiste war aufgrund der Nässe sehr weich und teilweise leicht angefroren. Beim Startvorgang erreichte das Flugzeug die erforderliche Geschwindigkeit zum Abheben nicht und rollte über das Pistenende hinaus. Um nicht in einen Entwässerungsgraben zu rollen, zog der Pilot unmittelbar vor dem Graben am Steuerhorn. Das Flugzeug hob vom Boden ab, überquerte den Graben und prallte danach im weichen und nassen Ackerland auf.

Sicherheitsdefizit

Die Flugvorbereitung wurde im Rahmen der Untersuchung als lückenhaft ermittelt und trug zur Entstehung des Unfalls bei. Insbesondere fehlten Kriterien für den Entscheid zu einem allfälligen Startabbruch.

Sicherheitshinweis Nr. 4, 13.12.2016

Eine Zusammenstellung untersuchter Zwischenfälle, die sich auf dem Flugfeld Luzern-Beromünster ereignet haben, zeigt, dass beim Betrieb an der Grenze der Flugleistung griffige Entscheidungskriterien für einen allfälligen Startabbruch festgelegt werden müssen. Ein mögliches Entscheidungskriterium ist in der Broschüre Alaskan Off Airport Operation Guide der Luftfahrtbehörde der Vereinigten Staaten von Amerika (Federal Aviation Administration – FAA) wie folgt beschrieben: »Establish and mark a go/no go decision point for takeoff. One way to do this is to clearly mark the halfway point of your available takeoff area. Calculate 70 % of your lift off speed i.e. 50 MPH x .70 = 35 MPH. Check your airspeed as you approach the decision point and if you're less than 70 % of lift off speed—abort. Reduce your load, lengthen your runway, or wait for more favorable takeoff conditions.«

Unfall eines Motorflugzeuges AT-3 R100 in Riggisberg, 07.04.2015

Am 7. April 2015 blockierte während eines Schulungsfluges der Motor eines Flugzeuges Aero AT-3 R100, was zu einer Notlandung führte.

Sicherheitsdefizit

Im Rahmen der Sicherheitsuntersuchung wurde festgestellt, dass bei Rotax-Motoren der Serie 912, deren Ölbehälter ein Ansaugrohr ohne Schlitzkontur aufweist, durch einen Wartungsfehler eine Situation entstehen kann, die zu einem plötzlichen Ausfall des Motors führt. Der Motorenhersteller liefert seit dem Jahre 2013 die Rotax-Motoren der Serie 912 mit modifizierten Ölbehältern aus, deren Ölsaugrohr eine Schlitzkontur und eine vertiefte Zwischenwand aufweisen. Diese Modifikation verhindert das Ansaugen der Zwischenwand und den damit einhergehenden Unterbruch der Ölversorgung.

Sicherheitshinweis Nr. 5, 23.12.2016

Auch wenn man sich auf den Standpunkt stellen könnte, dass es bei vollständigem Wiedereinbau aller Teile und bei korrekter Wartung gemäss den Vorgaben des Herstellers zu keiner kritischen Situation kommen könne, so stellt die Modifikation doch eine einfache und kostengünstige Optimierung des Schmiersystems dar. Aus diesem Grund empfiehlt die Schweizerische Sicherheitssuchungsstelle die Nachrüstung der entsprechenden Motoren.

Fastkollision zwischen einem Helikopter und einem Reisemotorsegler in Samedan, 20.07.2015

Am 20. Juli 2015 kam es südwestlich des Flugplatzes Samedan im Bereich des Meldepunktes HN zu einer gefährlichen Annäherung zwischen einem Helikopter im An- und einem Reisemotorsegler im Abflug. Der Helikopter benutzte dabei ein spezielles Anflugverfahren, das nur in einem internen Konzept der Flughafenbetreiberin festgehalten und nur den auf dem Flugplatz Samedan ansässigen Helikopterbetrieben erlaubt war. Diese Verfahren führen über den Meldepunkt HN, der im Voltenbereich des Flugplatzes liegt. Bei An- und Abflügen über diesen Meldepunkt muss daher stets der Voltenbereich gekreuzt werden, zudem erfolgt in der Regel ein zweimaliges Kreuzen der Pistenachse. Auch erfordern die Anflüge entlang dieser Routen aufgrund der topographischen Verhältnisse ein steiles Absinken, so dass die Volte auch vertikal in steilem Winkel gekreuzt wird. Einer der Anflüge verläuft zudem parallel zum Hang des Piz Padella, wo sich in den Sommermonaten viele Segelflugzeuge aufzuhalten pflegen, was auch in der Sichtenflugkarte vermerkt ist.

Sicherheitsdefizit

Der schwere Vorfall zeigte, dass diese speziellen An- und Abflugverfahren inhärente Risiken bergen. Diese speziellen Verfahren und insbesondere der Meldepunkt HN waren zudem nicht publiziert. Dies stellte ebenfalls ein Risiko dar, da nicht alle Luftraumteilnehmer über die verwendeten Verfahren im Bild waren. Auch die Verwendung von nicht publizierten Meldepunkten am Funk ist für nicht Eingeweihte verwirrend und schafft Unsicherheit.

Sicherheitsempfehlung Nr. 509, 19.12.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte gemeinsam mit der Flugplatzbetreiberin und den ortsansässigen Helikopterbetrieben die speziellen An- und Abflugverfahren für Helikopter auf dem Flugplatz Samedan überprüfen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt – Das BAZL unterstützt die Sicherheitsempfehlung. Ein Antrag zur Publikation der HN-Route für Helikopter in Samedan wurde beim BAZL bereits eingereicht und ist zurzeit in Prüfung in der Framework Briefing Gruppe.

Sicherheitsdefizit

Bereits bei früheren Untersuchungen hatte die fehlende Publikation eines Abflugverfahrens einen begünstigenden Einfluss auf den jeweiligen schweren Vorfall.

Sicherheitsempfehlung Nr. 510, 19.12.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte sicherstellen, dass sämtliche An- und Abflugverfahren auf allen Schweizer Flugplätzen für das Luftfahrtpersonal publiziert sind, auch wenn diese Verfahren möglicherweise nur von einem eingeschränkten Personenkreis benutzt werden dürfen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt – Das BAZL unterstützt die Sicherheitsempfehlung und geht die Problematik aktiv an, indem für jeden betroffenen Flugplatz individuell eine situations- und risikogerechte Lösung erarbeitet wird. Aufgrund einer Risikoabschätzung werden die betroffenen Flugplätze in folgender Prioritätenordnung klassifiziert:

1. Samedan
2. Sion, Locarno, Grenchen, Bern-Belp
3. St. Gallen-Altenrhein, Zürich, Lugano, Buochs
4. Yverdon, Sitterdorf, La Côte, Lausanne
5. Mollis, Kägiswil, Raron, St. Stephan
6. Restliche Flugplätze ohne Flugsicherung
7. Restliche Flugplätze, Heliports, Gebirgslandeplätze ohne Publikation

Parallel dazu ist eine Publikation für Instrumentenflüge ohne Flugsicherung in Grenchen, für das Inselspital in Bern und für das Low Level IFR Route Network (LFN) vorgesehen.

Für die Bereinigung sieht das BAZL folgendes Vorgehen vor: Wenn immer möglich sollen alle lokalen Flugverfahren bereinigt bzw. aufgehoben werden. Sind die lokalen Verfahren sicherer als die publizierten, sollen diese legalisiert und publiziert werden. Diese Schritte wird das BAZL in der Reihenfolge der oben dargestellten Prioritäten gemeinsam mit den Flugplätzen angehen.

Unabhängig von der genannten Priorisierung soll bei Änderungen des Betriebsreglements und bei Umnutzungen ehemaliger Militär- zu zivilen Flugplätzen immer geprüft werden, ob nicht publizierte lokale Verfahren bestehen, und wie solche gegebenenfalls bereinigt werden müssen. Das BAZL wird im Laufe des Jahres 2017 Kontakt mit den einzelnen Flugplatzleitern aufnehmen, um einen individuellen Vorgehens- und Zeitplan zur Bereinigung der An- und Abflugverfahren festzulegen.

Sicherheitsdefizit

Beide in den schweren Vorfall involvierten Luftfahrzeuge waren mit Kollisionswarnsystemen der Flarmtechnologie ausgerüstet. Das Flarmgerät des Reisemotorseglers war als

Typ 1 konfiguriert, was der werkseitigen Konfiguration des Gerätes entspricht und beim Flarmgerät des Helikopters zu einer Sprachausgabe «glider» führte. Der Reisemotorsegler wurde jedoch fast ausschliesslich und auch in diesem Fall als Motorflugzeug betrieben, womit eine Konfiguration als Typ 8 «powered aircraft» zweckmässiger gewesen wäre und wahrscheinlich auch die visuelle Suche des Luftfahrzeuges erleichtert hätte. Die zweckmässige Konfiguration der Flarmsysteme ist wichtig, da die Konfiguration die verwendeten Algorithmen beeinflusst und es daher bei unzuweckmässiger Konfiguration zu einem suboptimalen Warnverhalten kommen kann. Zudem legt die Konfiguration die Art des Luftfahrzeuges fest, die anderen Verkehrsteilnehmern gemeldet wird und beeinflusst somit möglicherweise die Art und Weise, wie diese nach dem unbekannten Verkehr Ausschau halten. Bereits bei einer früheren Untersuchung, einer gefährlichen Annäherung zwischen zwei Helikoptern, hatte die unzuweckmässige Konfiguration eines Flarmgerätes einen gewissen Einfluss auf den schweren Vorfall.

Sicherheitshinweis Nr. 8, 19.12.2016

Sämtliche Betreiber von Flarmsystemen sollten sicherstellen, dass die Konfiguration des Gerätes zweckmässig ist und dem Einsatz- bzw. Verwendungszweck des verwendeten Luftfahrzeuges entspricht.

Sicherheitshinweis Nr. 9, 19.12.2016

Entwickler von Flarmsystemen sollten die möglichen Konfigurationstypen überdenken und allenfalls anpassen. Bei Geräten mit Sprachausgabe sollte die entsprechende Sprachausgabe überprüft und allenfalls angepasst werden.

Unfall eines Schleppflugzeuges MCR-ULC am Flugplatz Locarno, 13.12.2015

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

Sicherheitsdefizit

Die Treibstoffzufuhr im Flugzeugmuster MCR-ULC mit Rotax 914 Motor wird mittels zweier elektrischer Treibstoffpumpen sichergestellt. Ein Ausfall von beiden Treibstoffpumpen, der unter anderem durch einen kompletten

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

Sicherheitsempfehlung Nr. 511, 14.07.2016

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

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sieht keinen Handlungsbedarf und die Europäische Agentur für Flugsicherheit ist zusammen mit dem Motorenhersteller daran, die Situation zu prüfen.

Sicherheitshinweis Nr. 10, 14.07.2016

Die Halter und Eigentümer von Luftfahrzeugen mit Motoren des Musters Rotax 914 sollten sicherstellen, dass das elektrische System in ihren Luftfahrzeugen keine Mängel aufweist. Weiter wird empfohlen, das elektrische System aller Luftfahrzeuge mit Rotax 914 Motor mit einer Warnlampe für den Spannungsregler auszurüsten, um einen Ausfall des Spannungsreglers oder des Alternators und das Entladen der Batterie frühzeitig zu erkennen.

Studie über die Organisation und die Wirksamkeit des Such- und Rettungsdienstes der zivilen Luftfahrt (Search and Rescue – SAR) in der Schweiz, 26.10.2016

Sachverhalt

Automatische Notsender (Emergency Locator Transmitter – ELT) sind das offizielle SAR-Hilfsmittel der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation. Sie stellen bei korrektem Funktionieren in der Regel sowohl eine rasche Alarmauslösung als auch eine ausreichend genaue Übermittlung der Position der Unfallstelle sicher, so dass der Unfallort von Suchhelikoptern mit Peilanlagen rasch und zielgerichtet gefunden werden kann.

Sicherheitsdefizit

In der Schweiz besteht nicht für alle Luftfahrzeuge eine ELT-Einbaupflicht. Ein Einbau wird aber dringend empfohlen. Gründe für einen Nicht-Einbau liegen u. a. bei administrativen und technischen Hürden, die zu aufwändigen und damit teuren Einbauverfahren führen. Der Betrieb von Luftfahrzeugen ohne ELT stellt ein Sicherheitsdefizit dar, da bewusst auf ein wesentliches und effizientes SAR-Hilfsmittel verzichtet wird und damit die Chancen auf eine erfolgreiche SAR-Aktion a priori verringert werden.

Sicherheitsempfehlung Nr. 513, 26.10.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte eine Einbaupflicht von automatischen Notsendern (Emergency Locator Transmitter – ELT) oder vergleichbaren Geräten für sämtliche in der Schweiz betriebenen Luftfahrzeuge prüfen.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Sicherheitsempfehlung Nr. 514, 26.10.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte die administrativen und technischen Hürden für den Einbau von ELT so weit wie möglich reduzieren.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Sicherheitsdefizit

Mehrere Fälle sind bekannt, bei denen durch das Unfallgeschehen der ELT zerstört oder die Ausstrahlung der Signale verhindert oder eingeschränkt wurde. Automatische Notsender werden aber nur dann von den Nutzern akzeptiert und sind nützlich, wenn sie zuverlässig funktionieren.

Sicherheitsempfehlung Nr. 515, 26.10.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte zusammen mit der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (European Aviation Safety Agency – EASA) Anstrengungen unternehmen,

ELT konstruktiv und einbautechnisch so zu verbessern, dass ihr korrektes Funktionieren möglichst in allen Fällen gewährleistet ist.

Stand der Umsetzung

Antwort ausstehend.

Sachverhalt

Die Erbringung des Such- und Rettungsdienstes (Search and Rescue – SAR) mit seinen vielschichtigen und komplexen Abläufen erfordert zwangsläufig die Zusammenarbeit von verschiedenen Spezialisten. Diese finden sich oft in bestehenden Organisationen, die auf die Erbringung bestimmter Leistungen spezialisiert sind, was jedoch zwangsläufig zu Schnittstellen führt. Dem BAZL als Aufsichtsorgan über den SAR und dem Koordinationszentrum (Rescue Coordination Centre – RCC) als Koordinationszentrum einer SAR-Aktion kommt daher die entscheidende Aufgabe zu, bereits im Vorfeld einer Aktion die Schnittstellen zweckmässig zu organisieren und den ständigen Austausch zu pflegen, so dass im Notfall unverzüglich und ohne Reibungsverluste auf die jeweils benötigten Organisationen und deren Kompetenz zurückgegriffen werden kann.

Sicherheitsdefizit

Schnittstellen führen zwangsläufig zu länger dauernden Prozessen und bergen stets die Gefahr von Informationsverlust oder Missverständnissen. Wie die Studie gezeigt hat, kann durch nicht optimal definierte Schnittstellenprozesse wertvolle Zeit verloren gehen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 516, 26.10.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte zusammen mit dem Koordinationszentrum (Rescue Coordination Centre – RCC) prüfen, inwiefern die Organisation des Such- und Rettungsdienstes (Search and Rescue – SAR) in Bezug auf die Schnittstellenproblematik optimiert werden kann.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Durch die Übertragung des Mandats für den Betrieb des RCC ab 1. Januar 2016 von der Schweizerischen Rettungsflugwacht an die Kantonspolizei Zürich wurden die bestehenden Schnittstellen analysiert und wo möglich optimiert. Insbesondere wurde eine Schnittstellenkoordination eingeführt und die Schnittstelle zwischen RCC und Luftwaffe geklärt und angepasst. Es ist geplant, das RCC-Mandat per 1. Januar 2020 der Luftwaffe zu übertragen. Durch einen solchen Wechsel könnte eine weitere Schnittstelle eliminiert werden (Alarmierung und Suche innerhalb der gleichen Organisation) und die hoheitliche Aufgabe innerhalb der Bundesverwaltung optimal in die bereits bestehenden SAR-Aufgaben der Luftwaffe integriert werden.

Sicherheitsdefizit

Regelmässige Treffen vor allem der Hauptakteure BAZL, RCC und Luftwaffe finden zwar statt, aber institutionalisierte Treffen oder gar praktische Übungen unter Einbezug aller Schnittstellenpartner waren bislang nicht vorgesehen. Für komplexere Fälle wäre das Arbeiten in einem interdisziplinären Team an einem gemeinsamen Ort denkbar. Dies würde den direkten Austausch, eine permanente Interaktion und auch kritisches Nachfragen ermöglichen und dürfte so zu einer fruchtbaren Zusammenarbeit der verschiedenen Organisationen führen. Einer strukturierten, parallelen Arbeitsweise kommt im RCC grösste Bedeutung zu. Es ist fraglich, ob die Kapazität nur eines Mitarbeiters in jedem Fall ausreichend ist, um zeitnah alle erforderlichen Abklärungen parallel treffen zu können. Auch ist es für eine einzelne Person schwierig, in sämtlichen Sparten der Fliegelei die notwendige Kompetenz zu besitzen. Hier stellt sich die Frage, ob im RCC nicht eine Organisationsform anzustreben wäre, die es erlaubt, bei Bedarf weitere geschulte Mitarbeiter gezielt in eine Aktion zu involvieren. Wie die Studie gezeigt hat, kann durch eine sequentielle statt parallele Arbeitsweise wertvolle Zeit verloren gehen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 517, 26.10.2016

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte zusammen mit dem Koordinationszentrum (Rescue Coordination Centre – RCC) die Organisationsform und die Arbeitsweise des RCC überprüfen und allenfalls anpassen.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAZL und die REGA erkannten in den Jahren 2014 und 2015 gemeinsam, dass die Organisationsform und die Arbeitsweise des damaligen RCC die Bedürfnisse und Anforderungen nicht mehr zukunftsgerichtet erfüllen konnten. Ein massiver Ausbau des RCC war für das BAZL nicht finanzierbar. Am 1. Januar 2016 erfolgte deshalb die Übertragung des Mandats für das RCC von der Rettungsflugwacht an die Kantonspolizei Zürich. Damit wurde u.a. eine redundante Einsatzzentrale geschaffen und gegenüber der früheren Lösung stehen nun drei statt ein Dispatcher pro Schicht zur Verfügung. Ein Prozess zur Nutzung der Flarm-Daten wurde geschaffen und auch die Radardaten von Skyguide werden systematisch angefordert und ausgewertet. Künftig will das BAZL zudem regelmässige Treffen der Hauptakteure zum Informationsaustausch durchführen.

Sicherheitsdefizit

Die Untersuchungen zu dieser Studie zeigten, dass auf Seiten der potenziell direkt Betroffenen des Such- und Rettungsdienstes (Search and Rescue – SAR), das heisst der Luftraumteilnehmer aller Sparten, ein weit verbreitetes Informationsdefizit in Bezug auf den SAR besteht. Einerseits betrifft dies die Organisation des SAR an sich und damit verbunden die Möglichkeiten und Grenzen der SAR-Orga-

nisation. Andererseits wurden in Bezug auf die technischen und organisatorischen Möglichkeiten, die jedem Einzelnen zur Auslösung und Beschleunigung einer allfälligen SAR-Aktion zur Verfügung stehen, ebenfalls Defizite festgestellt. Unzutreffende Meinungen in Bezug auf den SAR können zu inadäquaten Handlungen und zu falschen Erwartungshaltungen auf Seiten der direkt Betroffenen führen. Unwissen oder falsches Wissen in Bezug auf den SAR kann im Ernstfall gravierende Konsequenzen haben.

Sicherheitshinweis Nr. 13, 26.10.2016

Sämtliche Luftraumteilnehmer sollten über adäquate Kenntnisse in Bezug auf die SAR-Organisation und die technischen und organisatorischen Möglichkeiten zur Auslösung und Beschleunigung einer SAR-Aktion verfügen. Ausbildungsstätten und Fluglehrer sollten sicherstellen, dass die notwendigen Kenntnisse während der Ausbildung von Piloten und bei Weiterbildungs- und Refresher-Seminaren vermittelt werden.

5.3 Eisenbahnen

Kollision und Entgleisung einer geschobenen Rangierbewegung in Solothurn, 29.12.2014

Eine geschobene Rangierbewegung ist am 29. Dezember 2014 in Solothurn auf eine im Zielgleis stehende Streckenlok geprallt. Der vorderste Wagen der Rangierbewegung entgleiste mit beiden Drehgestellen. Die Streckenlok und die vordersten Wagen erlitten starke Beschädigungen. Es gab keine Verletzten.

Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass der Rangierleiter zu spät erkannte, dass die Streckenlok in seinem Fahrweg stand.

Sicherheitsdefizit

Der Fahrweg war nicht frei bis zum vorgesehenen Zielpunkt. Bei Rangiermanövern liegt die Verantwortung für die Sicherheit fast ausschliesslich beim Rangierpersonal. Gibt es eine Differenz zwischen der Erwartungshaltung einer freien Fahrstrasse bis zum erwarteten Ziel und der effektiven Situation (falsches Zielgleis, Hindernis in der Fahrstrasse), so steigt die Wahrscheinlichkeit für eine Kollision oder Entgleisung. Die Häufung vergleichbarer Ereignisse zeigt, dass der bestehende Prozess keine genügende Wirkung zeigt.

Sicherheitsempfehlung Nr. 91, 28.04.2016

Das BAV sollte Lösungen auf den Ebenen Technik, Prozess und Mensch erarbeiten, die das Risiko von Kollisionen im Rangierdienst bei einem «Fahrt mit Vorsicht» zeigenden Zwergsignal senken.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hält fest, dass sie unter Einbezug der betroffenen Eisenbahnunternehmen, die Thematik auf den Ebenen Technik, Prozess und Mensch vertieft analysieren werden. Das BAV werde langfristige Lösungen erarbeiten und deren Resultate punktuell umsetzen. Die Umsetzung werde jedoch einige Zeit in Anspruch nehmen, weshalb das Umsetzungsdatum vorläufig per 31. Dezember 2017 festgelegt werde.

Sicherheitsdefizit

Die Gleise waren schneebedeckt. Der Lokführer wollte die doppelte Kreuzungsweiche 134 mit einem Besen vom Schnee befreien. Wenig später sah der Lokführer die Rangierbewegung kommen. Als er die drohende Kollision erkannte, warf er den Besen weg, ruderte mit erhobenen Armen und rief «Anhalten».

Die Vorgaben über die zu treffenden Sicherheitsmassnahmen bei Arbeiten im Gleisbereich sind denjenigen Personen, die gelegentlich solche Arbeiten ausführen, nicht oder zu wenig bekannt

Sicherheitsempfehlung Nr. 92, 28.04.2016

Das BAV soll sicherstellen, dass die Schulungen betreffend Arbeiten im Gleisbereich allen möglichen Betroffenen zukommen, und es soll nötigenfalls für eine Nachschulung sorgen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hält fest, dass die Sicherstellung der Anforderungen, dass das Personal über die für seine Aufgaben notwendigen Kenntnisse, Fähigkeiten und Eignungen verfügt und dass diese regelmässig aufgefrischt bzw. aktualisiert werden, in der Verantwortung der Eisenbahnunternehmen liegt. Das BAV werde einen entsprechenden Risikohinweis formulieren und im Rahmen der Sicherheitsüberwachung die Umsetzung dieser Anforderungen bei den Eisenbahnunternehmen systematisch überprüfen.

Seitliche Kollision zwischen einem S-Bahn- und einem Interregio-Zug in Rafz, 20.02.2015

Am 20. Februar 2015, kurz nach 06:40 Uhr kollidierte in Rafz bei der Ausfahrt Richtung Schaffhausen ein Interregio-Zug seitlich mit einem S-Bahn-Zug. Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass der Lokführer der S Bahn sich dazu verleiten liess, unter falschen Annahmen bei «Halt» zeigendem Signal abzufahren.

Sicherheitsdefizit

Der folgende Faktor wurde in der Untersuchung u. a. als kausal erkannt: Die Art der Zusammenarbeit im Führer-

stand, die eine gegenseitige Kontrolle vortäuschte und damit das zeitgerechte Erkennen des Fehlers verunmöglichte. Die Untersuchung hat u.a. folgende Faktoren ermittelt, die zum Unfall beigetragen haben:

- Das zufällige, zeitliche Zusammenfallen von Signalstellungen, die vom betreffenden Lokpersonal irrtümlich auf den eigenen Zug bezogen wurden.
- Der selbstaufgelegte Zeitdruck.

Den Beteiligten war zu wenig bewusst, welchem Einfluss sie bei der Zusammenarbeit im Führerstand gegenseitig ausgesetzt sind. Der Lokführer der S-Bahn hat den Abfahrtsprozess gestartet, als der Lokführer in Ausbildung nicht bereit zur Abfahrt war. Der Lokführer in Ausbildung quitierte die Ansagen des Lokführers, um die Abfahrt nicht zu verzögern. Es waren nicht alle Beteiligten bereit zur Abfahrt. Nach Auffassung der SUST lag diese Art der Zusammenarbeit nicht einmalig in diesem Unfall vor, sondern diese zeigt ein weiter verbreitetes Problem auf, das durch entsprechende Schulung und Sensibilisierung der betroffenen Personen behoben werden sollte.

Sicherheitsempfehlung Nr. 97, 22.09.2016

Das BAV sollte sich verstärkt um Themen im Bereich Human Factors kümmern und darauf hinwirken, dass ein Konzept zur Schulung aller Beteiligten über die Zusammenarbeit im Führerstand ausgearbeitet wird, das Themen wie verbale und nonverbale Kommunikation, Einfluss durch Hierarchien, Ausbildungsstand und Erfahrung berücksichtigt.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV führt aus, dass es im Rahmen eines Unterstützungsmandats «Human Factors» seit 2013 mit der Fachhochschule Nordwestschweiz zusammenarbeitet. Im Hinblick auf eine mögliche hoheitliche Regulation wurden bzw. werden verschiedene Grundlagenarbeiten ausgeführt. Die Thematik «Human Factors» werde damit angemessen bearbeitet und sei entsprechend priorisiert. Das BAV wird im Rahmen der Zusammenarbeit mit entsprechenden Fachstellen den Handlungsbedarf betreffend Themen wie verbale und nonverbale Kommunikation, Einfluss durch Hierarchien, Ausbildungsstand und Erfahrung prüfen und gegebenenfalls die Erkenntnisse in geeigneter Weise (z.B. Weiterbildungskurse für Prüfungsexperten) in die Eisenbahnunternehmen einfließen lassen. Zudem wird das BAV prüfen, wie die Thematik, insbesondere die Schulungskonzepte, stärker im Rahmen seiner Überwachungstätigkeit eingebunden werden können.

Sicherheitsdefizit

Der folgende Faktor wurde u. a. in der Untersuchung als kausal erkannt: Die Art der Zusammenarbeit im Führerstand, die eine gegenseitige Kontrolle vortäuschte und da-

mit das zeitgerechte Erkennen des Fehlers verunmöglichte. Das laute Melden der Signale sowie auch weiterer sicherheitsrelevanter Angaben ermöglicht das eigene und gegenseitige Überprüfen gemachter Feststellungen oder Handlungen. Mit der vorhandenen Situation undefinierter oder nicht allen Beteiligten bekannter Rollen bezüglich der Aussagen im Führerstand wird der Sicherheitseinfluss vermindert oder gar verhindert.

Sicherheitsempfehlung Nr. 98, 22.09.2016

Das BAV sollte die Vorgaben über die Meldung von Signalen hinsichtlich ihrer Sicherheitsrelevanz und Umsetzung analysieren, insbesondere dahingehend, ob die relevanten Handlungen explizit enthalten sind.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hält fest, dass diese Sicherheitsempfehlung umgesetzt wird und erläutert das Vorgehen wie folgt: In einem ersten Schritt wurden die Vorgaben über das Melden der Signale überprüft. Die FDV R 300.13, Ziff. 3.2.4 schreiben das Melden der Signale vor, wobei die Verantwortlichkeiten dabei dem Grundsatz R 300.13, Ziff.2.1.1 entsprechen. Ob es im Hinblick auf die Gewährleistung der Sicherheit zielführender ist, dass der Lokführer in Ausbildung dem eingeteilten Lokführer die Signale zuerst meldet oder umgekehrt, muss je nach Ausbildungsstand des Lokführers in Ausbildung und den Sichtverhältnissen im Führerstand beurteilt werden. Hierfür gilt der Grundsatz gemäss R 300.1, Ziff. 2.1.7, dass sich die Beteiligten über das konkrete Vorgehen abzusprechen haben. Zudem haben die EVU ihr Ausbildungskonzept anhand ihrer Betriebsverhältnisse zu gestalten und tragen dafür die Verantwortung. SBB P hat in ihren Betriebsvorschriften die entsprechende Ziffer im Nachgang des Ereignisses in Rafz bereits ergänzt. Allfällige Erkenntnisse aus den für die Sicherheitsempfehlung Nr. 97 formulierten Massnahmen oder aus der Sicherheitsüberwachung werden in der Weiterentwicklung der hoheitlichen Vorgaben berücksichtigt. Erhebung und Bewertung von Ereignissen wie Signalfällen sind Bestandteil der Risikomanagementprozesse des SMS. Die Umsetzung der Prozesse durch die Unternehmen prüft das BAV im Rahmen seiner Überwachungstätigkeiten.

Sicherheitsdefizit

Der folgende Faktor wurde u. a. in der Untersuchung als kausal erkannt: Die vorhandene Sicherheitsausrüstung konnte den Unfall nicht verhindern, weil sie keine Abfahrverhinderung für startende oder wendende Züge beinhaltete.

Der momentane Nutzungsänderungsprozess führt zur Überprüfung über die Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung für neu entstehende Risikosituationen. Es ist jedoch zu erwarten, dass auf dem Schweizer Schienennetz weitere

ähnliche Situationen, wie im vorliegenden Fall, anzutreffen sind. Diese Fälle werden nicht erkannt, weil der Nutzungsänderungsprozess nicht auf vergangene Nutzungsänderungen angewendet wird.

Sicherheitsempfehlung Nr. 99, 22.09.2016

Das BAV sollte darauf hinwirken, dass alle, auch vor der Einführung des Nutzungsänderungsprozesses bereits vorhandene Situationen auf die Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung geprüft und damit ergänzt werden.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hält fest, dass diese Sicherheitsempfehlung umgesetzt wird und erläutert: Bei der Migration zu ETCS L1LS bei der SBB wurden seit 2012 sämtliche Situationen mit der jeweils aktuellen Nutzung auf die Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung überprüft. Die Kriterien dafür sind bei der SBB im Reglement I-20027 Version 4-0 definiert. Die anderen Infrastrukturbetreiber haben z.T. eigene Reglemente zur Einschätzung der Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung oder stützen sich auf das SBB Reglement ab. Bei Änderung der Nutzung wird die Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung erneut geprüft. Zudem muss im SMS das Änderungsmanagement aufgezeigt werden. Die Umsetzung der Prozesse durch die Unternehmen prüft das BAV im Rahmen seiner Überwachungstätigkeiten.

Sicherheitsdefizit

Der folgende Faktor wurde u. a. in der Untersuchung als kausal erkannt: Die vorhandene Sicherheitsausrüstung konnte den Unfall nicht verhindern, weil sie keine Abfahrverhinderung für startende oder wendende Züge beinhaltete.

Das Zugbeeinflussungssystem kann bei startenden oder wendenden Zügen auch bei Vorhandensein eines Euroloop nicht aktiviert werden.

Sicherheitsempfehlung Nr.100, 22.09.2016

Das BAV sollte sicherstellen, dass im Rahmen der Migration zum System ETCS L1LS eine alle Züge beeinflussende Abfahrverhinderung mit geeigneten Mitteln realisiert wird.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hält fest, dass diese Sicherheitsempfehlung umgesetzt wird und ergänzt: Die SBB legen mit dem Reglement I-20027 Version 4-0 die Kriterien fest, wann eine Abfahrverhinderung gebaut werden muss. Ebenfalls sind Kriterien für die Auswahl der Variante für der Abfahrverhinderung festgelegt. Folgende Varianten sind möglich:

1. Balise
2. Loop
3. Balise und Loop zusammen

Die Varianten 1 «Balise» oder 2 «Loop» haben für wendende/aufstartende Züge bzw. haltende und weiterfahrende Züge die bekannten Vor- und Nachteile (wie z.B. unterschiedliche Release Speed, Positionierung der Balisen bei weiterfahrenden Zügen). Um die Abfahrt sämtlicher Züge ohne Fahrerlaubnis zu verhindern, ist eine Abfahrverhinderung mittels der Variante 3 «Balise und Loop zusammen» oder ETCS L2 erforderlich. Mit der Migration zu ETCS L1LS wird die Voraussetzung für eine spätere Ausrüstung mit ETCS L2 geschaffen. Die anderen Infrastrukturbetreiber haben z.T. eigene Reglemente zur Einschätzung der Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung oder stützen sich auf das SBB Reglement ab. Die Sicherheitsempfehlung wird mit der Migration zu ETCS L2 umgesetzt. Eine vorgängige Einführung einer Abfahrverhinderung für alle Züge wäre, unter Berücksichtigung der Risiken und des Aufwandes, aus Sicht BAV nicht verhältnismässig.

Sicherheitsdefizit

Der folgende Faktor wurde u. a. in der Untersuchung als kausal erkannt: Die Möglichkeit, die S-Bahn soweit zu beschleunigen, dass sie durch die Zugsicherung nicht mehr vor dem Gefahrenpunkt angehalten werden konnte.

Nach der Inbetriebnahme des Führerstands zeigt die ZUB-Anzeige «8888». Das bedeutet die Überwachung der möglichen Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge. Unabhängig von der folgenden Signalstellung ermöglicht das eine Abfahrt mit grösstmöglicher Beschleunigung. Dadurch kann eine Geschwindigkeit erreicht werden, bei der nach einer Zwangsbremung durch die Zugbeeinflussung das Anhalten vor dem Gefahrenpunkt nicht mehr möglich ist.

Sicherheitsempfehlung Nr. 101, 22.09.2016

Das BAV sollte darauf hinwirken, dass nach Inbetriebnahme eines Führerstands bis zum Empfang infrastrukturseitiger Daten die Überwachung auf eine Geschwindigkeit erfolgt, bei der nach einer Zwangsbremung durch das Zugbeeinflussungssystem ein Anhalten vor dem Gefahrenpunkt möglich bleibt.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hält fest, dass diese Sicherheitsempfehlung umgesetzt wird. Das BAV sei mit dem Hersteller des Fahrzeuggerätes ZUB262ct zu dieser Empfehlung im Gespräch. Es werde geprüft, ob die max. zulässige Geschwindigkeit nach Inbetriebnahme des Führerstandes bis zum Empfang infrastrukturseitiger Daten auf 40km/h begrenzt werden kann. Andere ZUB-Fahrzeuggeräte werden nicht mehr weiterentwickelt. Mit der Inbetriebnahme von ETCS L1LS Ende 2017 werden kontinuierlich weniger Züge mit dem Zugbeeinflussungssystem EuroZUB verkehren. Mit dem System ETCS L1LS ist die Geschwindigkeit in diesem Fall auf 40km/h begrenzt. Durch die betriebliche

Massnahme in R-I 30111, 6.3, Ziffer 4.1 (SBB/BLS/SOB) ist diese Sicherheitsempfehlung materiell (nicht technisch aber betrieblich durch «Papierverschluss») umgesetzt.

Sicherheitsdefizit

Die Untersuchung hat u. a. folgende Faktoren ermittelt, die zum Unfall beigetragen haben: Die unterschiedliche Leuchtintensität von Signalen, die eine Verwechslung erleichtern. Das Vorhandensein schwieriger Beleuchtungsverhältnisse, die die Zuordnung der Signale erschwerte.

Bei der Signalaufstellung werden betriebliche Kriterien wie Zugfolgezeiten, ausnutzbare Gleislänge, Fahrzeiten, Gleisfreigabe usw. berücksichtigt. Signalaufstellungen sollen nur sekundär betrieblichen Bedürfnissen folgen und primär den Anforderungen der menschlichen Leistungsfähigkeit entsprechen. Die Gleisgeometrie in Rafz mit der leichten S-Kurve erschwerte die Zuordnung der Signalbilder zum befahrenen Gleis. Die aussergewöhnliche Betriebslage mit der Überholung durch den Interregio in Verbindung mit den bestehenden Lichtverhältnissen erzeugte für die S-Bahn eine Situation, die nur mit überdurchschnittlicher Aufmerksamkeit korrekt zu interpretieren war. Die Gefahr, sich zur Abfahrt bei «Halt» zeigendem Signal verleiten zu lassen, ist erhöht.

Sicherheitsempfehlung Nr. 102, 22.09.2016

Das BAV sollte bei den Infrastrukturbetreibern den Prozess zur Bestimmung und Überprüfung der Signalstandorte daraufhin auditieren, ob alle Signale bei allen Sichtverhältnissen den Anforderungen an Sichtbarkeit, Zuordnung und Wahrnehmung der Leuchtintensität durch das Fahrpersonal genügen können.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hält fest, dass diese Sicherheitsempfehlung im Rahmen der Sicherheitsüberwachung umgesetzt wird und ergänzt: Der Prozess zur Bestimmung und Überprüfung der Signalstandorte bei den Infrastrukturbetreibern sowie deren Sichtbarkeit wird mittels Risikohinweis in die Überwachungstätigkeit des BAV aufgenommen. Mit dieser Massnahme sollen sowohl Infrastrukturprozesse als auch Betriebsprozesse im Hinblick auf die Signalstandorte und Wahrnehmung plausibilisiert werden können. Die Unternehmen zeigen auf, wie die Überprüfung der Sichtbarkeit von neuen oder veränderten Signalstandorten bei Neuprojektierungen erfolgt und wie die menschliche Wahrnehmung darin adäquat berücksichtigt wird. Es ist zudem das Verfahren bei den Bahnen zu überprüfen, wie ungenügende Sichtbarkeit von Signalen systematisch durch das Personal gemeldet und durch die ISB bearbeitet wird. Während den «Betriebskontrollen Lokführer» wird stichprobenmässig die Sichtbarkeit von Signalen in die Überwachung miteinbezogen werden.

Sicherheitsdefizit

SBB Personenverkehr orientiert sich bei der Gestaltung der Dienstpläne für das Lokpersonal nach einer internen Arbeitsanweisung, wonach für das Wenden einer Einheit des Typs RABe 514 von 100 m Länge durch einen einzigen Lokführer fünf Minuten genügen. Nötigenfalls darf diese Zeit kürzer ausfallen.

Die SUST stellte fest, dass einmal für das Wenden unter Zeitdruck sieben Minuten und einmal für das Wenden ohne Zeitdruck zehn Minuten benötigt wurde. In beiden Fällen wurde mehr als fünf Minuten Zeit benötigt. Die Möglichkeit zur Kürzung bleibt insofern sogar fraglich. Fraglich bleibt auch, ob die verfügbaren Zeiten auch dann ausreichen, wenn ein Lokführer in Ausbildung die Arbeiten ausführt. Wenn für auszuführende Arbeiten zu knappe Vorgabezeiten bestehen, kann der entstehende Zeitdruck die Fehleranfälligkeit während sicherheitsrelevanter Handlungen fördern.

Sicherheitshinweis Nr. 1, 22.09.2016

Die Dienstplanungen bei SBB Personenverkehr sollten für festgelegte Vorgabezeiten für betriebsnotwendige Vor- und Nacharbeiten hinsichtlich ihrer sicherheitsrelevanten Einflüsse hinterfragt und entsprechend angepasst werden.

Sicherheitsdefizit

Als Ausgangslage für die «Geste métier» zur Abfahrt gilt das Melden des nächsten Halts mit lauter Stimme. Aus Sicht der Sicherheit sollte als Ausgangslage für den Start des Prozesses jedoch das Erkennen der Fahrtstellung des zugehörigen Signals stehen. Der standardisierte Abfahrtsprozess «Geste métier» ist mehrheitlich mit nicht unmittelbar sicherheitsrelevanten Themen bepackt.

Sicherheitshinweis Nr. 2, 22.09.2016

SBB Personenverkehr sollte darauf hinwirken, dass die Initialisierungsform des standardisierten Abfahrtsprozesses «Geste métier» überprüft und der Prozess von nicht sicherheitsrelevanten Themen entschlackt wird.

Entgleisung eines Güterzugs in Dailens, 25.04.2015

Am Samstag, 25. April 2015, um 02:49 Uhr entgleisten die fünf hintersten Wagen eines Güterzugs von Basel nach Lausanne-Triage auf der Strecke zwischen Eclépens und Vufflens-la-Ville auf dem Gebiet der Gemeinde Dailens (VD). Der Zug bestand aus 22 Wagen, wovon 14 mit Gefahrgut beladen waren.

Einige Hundert Meter vor der Stelle, an der die entgleisten Wagen zum Stillstand kamen, lösten sich an einem der Drehgestelle des Wagens 20 Teile eines Laufwerks. Bei der Überfahrt über eine Weiche, kurz vor einer Rechtskurve, entgleiste der Wagen und wurde aus den Schienen ge-

drückt. Durch die entstehende Dynamik kippten die beiden Wagen davor, sowie der Wagen dahinter um, und das erste Drehgestell des hintersten Wagens entgleiste.

Die Wagen 18 bis 21, die allesamt mit Chemikalien beladen waren, kippten seitlich um. Beim Umkippen wurde der Kessel des Wagens 19, der 25 Tonnen Schwefelsäure enthielt, beschädigt, und der Inhalt ergoss sich auf das Gelände neben dem Gleis. Durch die nachschiebende Wirkung der beiden nachfolgenden Wagen drehte sich der Wagen 20 um 180 Grad, bevor er neben dem Gleis zu liegen kam. Sein Kessel wurde beschädigt und es liefen ungefähr 3000 Liter Natronlauge aus.

Die direkte Ursache der Entgleisung von Zug 60700 in Dailens ist der Verlust des vorderen linken Achslagergehäuses des Wagens 20.

Der Verlust dieses Achslagergehäuses ist die Folge eines langen Prozesses, der mit den Instandhaltungsarbeiten an besagtem Achslagergehäuse im August 2011 begann. Bei diesen Arbeiten wurde die Sicherungsscheibe der Nutmutter, die das Lager auf dem Achsschenkel fixiert, nicht korrekt gesichert. Schritt für Schritt löste sich die Nutmutter, was nach und nach zu folgenden Schäden führte:

Erhöhte Beanspruchung der Wälzkörper des Achslagergehäuses in Querrichtung, verstärkte Seitwärtsbewegungen der Achse 1 und Auftreten S-förmiger Ausbröckelungen auf der Lauffläche der Räder dieser Achse, Ermüdung und anschliessender Bruch der Blattfeder der Achse 1 links. Letztendlich verursachten diese Beschädigungen die Entgleisung des Wagens 20 in Dailens.

Sicherheitsdefizit

Wenn bei einer Entgleisung ein Kesselwagen umkippt, kann das Vorhandensein vorstehender Komponenten wie etwa einer Messschiene (Gleisversicherung) am Rand des Bahnkörpers zu einer Beschädigung der Hülle des Wagens und damit zum Auslaufen des Inhalts führen, was verschiedene Gefahren für Mensch und Umwelt bergen kann. Da diese Messschienen (Gleisversicherungen) heute nicht mehr genutzt werden, könnte dieses Risiko durch deren Entfernung erheblich gemindert werden.

Sicherheitsempfehlung Nr. 93, 22.09.2016

Zur Senkung des Risikos einer Beschädigung von Wagen bei einer Entgleisung empfiehlt die SUST dem BAV, die vorstehenden Messschienen (Gleisversicherungen) entfernen zu lassen, die noch am Rande des Bahnkörpers verbaut sind.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hat u.a. mit den SBB im September 2016 im Zusammenhang mit dem Transport von Chlor eine «Gemeinsame Erklärung» abgeschlossen, die auch bei der Beförderung anderer Gefahrgüter wirken soll. Die SBB haben sich verpflichtet, die Bahnstrecken mit Chlortransporten auf Hindernisse zu überprüfen, die aus betrieblich/technischen Gründen nicht zwingend nötig

sind, aber bei einer Entgleisung die Wahrscheinlichkeit einer Freisetzung (Verletzung der Tankwand) erhöhen. Diese Hindernisse sind, soweit verhältnismässig, zu entfernen. Auf den Bahnstrecken mit durch Chlortransporte bedingten kritischen Risiken erfolgt dies bis 2019, auf den übrigen Strecken mit Chlortransporten im Rahmen der üblichen Erneuerungs- und Umbauarbeiten.

Sicherheitsdefizit

Derzeit ist in keiner Vorschrift oder standardisierten Norm ein Grenzwert für den dynamischen Beiwert Radlast-check-point (RLC) festgelegt. Zudem existiert kein Katalog der möglichen Unregelmässigkeiten, die einer entsprechenden Meldung zugrunde liegen können.

Wird ein «Heissläufer» oder eine «Festbremse» gemeldet, lässt sich die Ursache der Unregelmässigkeit sehr leicht identifizieren. Demgegenüber kann, wie dieser Unfall zeigt, eine Beschädigung im Inneren eines Achslagers eine Vibration zur Folge haben, die aber die Temperatur des Achslagergehäuses noch nicht feststellbar erhöht. Für eine Transportunternehmung, die die Elemente nicht kennt, die einem solchen Fehler zugrunde liegen könnten, ist es schwierig, den Fehler zu interpretieren und angemessene Massnahmen anzuordnen. Doch durch einen raschen Eingriff am sich fortlaufend abnutzenden Achslagergehäuse könnte das Risiko erheblich vermindert werden, dass das Lager zerstört wird oder der Wagen entgleist, falls das Lager blockiert oder sich löst.

Sicherheitsempfehlung Nr. 94, 22.09.2016

Die SUST empfiehlt dem BAV den Einsatz des Systems zur Messung des dynamischen Beiwerts zu fördern. Eine standardisierte technische Grundlage für die Grenzwerte erstellen zu lassen, sowie einen Fehlerkatalog zu erarbeiten, damit die Transportunternehmungen bei Meldungseingang die passenden Kontrollmassnahmen anordnen können.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Die SBB als Systemführer hat die Grundlagen für die Zugkontrolleinrichtungen entwickelt und die Grenzwerte für einen optimalen, praxisgerechten Einsatz festgelegt. Das System wird permanent weiterentwickelt und justiert. Aus Sicht BAV ist zum heutigen Zeitpunkt der Ausbaustand von Zugkontrolleinrichtungen in der Schweiz auf hohem Niveau. Das BAV wird jedoch, zusammen mit dem Systemführer, weitere Entwicklungsschritte auf diesem Gebiet verfolgen und im Rahmen der Kommission Sicherheit Eisenbahnen (KOSEB), Arbeitsgruppe Sicherheit Netzzugang, die Ergebnisse besprechen.

Sicherheitsdefizit

Die Blattfederpakete sind elementare Bestandteile eines Laufwerkes. Sie sind einer der Garanten für den Rad-Schiene-Kontakt. Bricht ein Federblatt, erzeugt dies eine Asymmetrie auf der entsprechenden Achse und kann, ab-

hängig von der Gleisgeometrie und den Lastbedingungen, zu einer Entgleisung führen.

Die Prüfstandwerte eines Blattfederpaketes können problemlos innerhalb der zulässigen Grenzwerte liegen, obwohl eines oder mehrere Federblätter sichtbare Kerben oder kleine Risse aufweisen. Eine visuelle Entdeckung dieser Schädigungen in einem Paket, das aus acht einzelnen, übereinander angeordneten Federblättern besteht, ist nicht möglich. Bei der Instandhaltung kann einzig durch die Kontrolle der Federkraft nicht gewährleistet werden, dass ein Blattfederpaket riss- und kerbfrei ist, obwohl dies die Voraussetzung für das Verhindern eines Bruchs des Blattfederpaketes ist.

Sicherheitsempfehlung Nr. 95, 22.09.2016

Die SUST empfiehlt dem BAV die technischen Spezifikationen für die Kontrolle von Blattfedern im Rahmen von Instandhaltungen anzupassen, damit neben der Überprüfung der Federkraft auch eine zusätzliche Kontrolle vorgeschrieben wird, mit der mögliche Kerbwirkungen und feine Risse in den einzelnen Federblättern entdeckt werden können.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hält fest, dass die Verantwortung für die Weiterentwicklung des Instandhaltungsregelwerkes die für die Instandhaltung verantwortliche Stelle (Entity in Charge of Maintenance – ECM) trägt. Das BAV wird somit an die ECM ein Informationsschreiben versenden, welches über ein mögliches Sicherheitsdefizit informiert und gleichzeitig diese auffordert, das Instandhaltungsregelwerk unter Berücksichtigung einschlägiger Ereignisse sowie eigener Erfahrungen und Untersuchungen weiterzuentwickeln.

Sicherheitsdefizit

Die Radsätze sind für die Sicherheit des Rollmaterials von entscheidender Bedeutung.

Das derzeitige Zertifizierungssystem funktioniert nach wirtschaftlichen Aspekten, die häufig zulasten der Sicherheit gehen. Wie der vorliegende Fall zeigt, hat die Zertifizierungsstelle bei den jährlichen Audits des Instandhaltungsregelwerkes nicht das gesamte Audit durchgeführt, sondern beim Teil «Werkstattarbeiten» auf die technische Beurteilung zurückgegriffen, die von einer Stelle durchgeführt worden war, die in ihrer Struktur durch die Wagenhalter verwaltet und vertreten wird. Auch wenn diese Praxis regelkonform ist, wirft sie die Frage auf, ob die Unabhängigkeit der Zertifizierungsstelle gewährleistet ist.

Sicherheitsempfehlung Nr. 96, 22.09.2016

Die SUST empfiehlt dem BAV, das ECM-Regelwerk bezüglich der Zertifizierung der mit der Instandhaltung beauftragten Stellen anpassen zu lassen, damit Zertifizierungen und Audits der für die Instandhaltung zuständigen Werkstätten (Funktion «d» des ECM-Systems) nicht mehr an Drittein-

richtungen delegiert werden können, sondern in die Zuständigkeit der nationalen Aufsichtsbehörden fallen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hält fest, dass die Verordnung (EU) 445/2011 (ECM-Verordnung) den aktuellen Stand der Technik bezüglich der Zertifizierung von Instandhaltungsverantwortlichen darstelle und europaweit und auf dem Gebiet der OTIF eingeführt sei. Die Revision der ECM-Verordnung sei lanciert und solle im Jahr 2018 abgeschlossen sein. Vorschläge für die Anpassung der ECM-Verordnung werden in den geeigneten Gremien auch durch Mitarbeiter des BAV eingebracht.

Das BAV wird während des Jahres 2017 den heutigen Umfang der Begleitung von Überwachungsaudits der Zertifizierungsstellen unter Berücksichtigung der Ereignisse überprüfen.

Rangierunfall in Landquart, 30.04.2015

In Landquart wurde am 30. April 2015 um 08:10 Uhr eine Rangierbewegung mit Kesselwagen vom Bahnhof in die Industrie- und Anschlussgleisanlage gegen das Tanklager geschoben. Auf dem Anschlussgleis wurde eine falsch stehende Weiche übersehen, weshalb es zwischen dem vordersten Kesselwagen und einem an der Verladerampe stehenden Güterwagen zu einer seitlichen Kollision kam.

Sicherheitsdefizit

Die Stellung einer Weiche, die in einer geteerten oder betonierten Strasse eingelassen ist, ist zu schwer zu erkennen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 106, 04.11.2016

Das BAV sollte Massnahmen zur besseren Kennzeichnung der Stellung von in Boden eingelassenen Weichen treffen.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt: Das BAV erachtet die technischen und betrieblichen Möglichkeiten und deren Regelung in den hoheitlichen Vorgaben als angemessen und verzichtet deshalb auf eine generelle Verschärfung der hoheitlichen Vorgaben betreffend der Kennzeichnung von in den Boden eingelassenen Weichen. Das BAV wird im Rahmen seiner Betriebskontrollen Anschlussgleise die Situation und allfällige Massnahmen mit den Infrastrukturbetreibern besprechen.

Sicherheitsdefizit

Wenn anrollende Fahrzeuge mit höherer Geschwindigkeit bewegt werden, als der Rangierleiter zu Fuss vorausgehen kann, entsteht ein Zeitdruck, der Fehlinterpretationen begünstigt. Das fortlaufende Einstellen von Weichen in nicht zentralisierten Anlagen vor einer rollenden Rangierbewegung erhöht den Zeitdruck für Personen in der Doppelfunktion als Rangierleiter und Weichensteller und begünstigt so Fehlinterpretationen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 107, 04.11.2016

Das BAV sollte das Zusammenspiel der Prozesse von Fahrstrassenbereitstellung, Fahrbewilligung und Fahrgeschwindigkeit in nicht zentralisierten Weichenbereichen überprüfen und wo nötig anpassen.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV ist der Ansicht, dass die Bestimmungen der FDV zu den Prozessen und Höchstgeschwindigkeiten für Rangierbewegungen in nicht zentralisierten Bereichen resp. Anschlussgleisen die Grundlagen für einen durchgängig sicheren Betrieb schaffen. Im Rahmen der Überwachung in der Betriebsphase werde das BAV die Umsetzung der Vorgaben bei Rangierfahrten in nicht zentralisierten Bereichen überprüfen. Weiter werde das BAV eine Studie zum Einfluss der Human Factors auf das Einhalten der Vorschriften durchführen, deren Ergebnisse unter anderem in die Weiterentwicklung der hoheitlichen Vorgaben zu Bau und Betrieb von Eisenbahnanlagen einfließen würden. Auch werde die aktuelle Sicht bezüglich Human Factors im Bereich Regelwerke in diesem Zusammenhang überprüft. Neue Erkenntnisse können zu Anpassungen der Regelwerke führen.

Personenunfall in Riedholz, 23.09.2015

Am Morgen des 23. September 2015, kurz nach 06:00 Uhr, wurde auf der Strecke zwischen Flumenthal und Riedholz ein nach Fallwild suchender Jagdaufseher von einem in Richtung Solothurn fahrenden Zug erfasst und weggeschleudert. Der Jagdaufseher wurde tödlich verletzt.

Sicherheitsdefizit

Der Jagdaufseher hielt sich in seiner Funktion im Gleisbereich auf, ohne eine fundierte Ausbildung über die dort vorherrschenden Gefahren erhalten zu haben und ohne eine Warnausrüstung zu tragen. Eine Anweisung, wie sie für das Bergen von Fallwild auf Autobahnen besteht, existiert für den Bahnbereich nicht. Es ist anzunehmen, dass Wildhüter und Jagdaufseher aller Kantone sich öfter für eine Nachsuche im Bahnbereich aufhalten, ohne die nötige Ausbildung über das Verhalten im Gleisbereich zu haben.

Sicherheitsempfehlung Nr. 104, 18.10.2016

Das BAV sollte sicherstellen, dass die Kantone die Wildhüter und Jagdaufseher für das Verhalten im Gleisbereich schulen und für den Gebrauch einer Schutzausrüstung sorgen.

Stand der Umsetzung

Nicht umgesetzt. Das BAV hat die Sicherheitsempfehlung Nr. 104 mit der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA) besprochen. Gemäss der Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV), Artikel 3, und nach den Branchenlösungen Nr. 48 und 49 der Eidgenössischen Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS) obliegt es dem Arbeitgeber, sein Personal

im Bereich der Unfallverhütung zu schulen und mit der erforderlichen Schutzausrüstung auszustatten. Das BAV habe keine rechtlichen Befugnisse gegenüber den Kantonen und kann die Umsetzung der Sicherheitsempfehlung Nr. 104 nicht sicherstellen.

Entgleisung eines Personenzuges in Les Brenets, 26.07.2016

Am Montag, dem 26. Juli 2016 um 7:22 Uhr entgleiste ein Zug von Le Locle nach Les Brenets, bestehend aus dem Triebwagen BDe 4/4 Nr. 5, auf offener Strecke infolge des Bruchs der vordersten Achse. Der Achsbruch ereignete sich nach einer äusserst geringen Laufleistung von 31 519 km.

Sicherheitsdefizit

Die Achsen sind für eine unbegrenzte Lebensdauer dimensioniert. Das Auftreten eines Ermüdungsbruchs deutet auf einen Konstruktionsfehler hin. Bei dieser Achse ragte die Nut des Antriebskeils bis in den Radius zwischen Achse und Radkörper hinein. Die scharfen Kanten der Keilnut liessen aufgrund der Kerbwirkung sehr rasch Risse in der Achse entstehen, was schliesslich zum Achsbruch führte. Kurzfristig besteht ein grosses potenzielles Risiko von Achsbrüchen.

Sicherheitsempfehlung Nr. 105, 07.10.2016,

Die SUST empfiehlt dem BAV, Achsen mit nicht konformer Keilnut ersetzen zu lassen.

Stand der Umsetzung

Umgesetzt. Das BAV hat in einem Brief das Eisenbahnverkehrsunternehmen aufgefordert, die nicht konformen Achsen zu ersetzen, bei Verwendung von der Norm abweichender Achsen eine Zulassung mit Erbringen eines Festigkeitsnachweises zu beantragen sowie bis zum endgültigen Austausch der nicht konformen Achsen mittels Überwachungsverfahren die Betriebssicherheit zu gewährleisten.

5.4 Binnenschifffahrt

Brand im Hilfsmaschinenraum des Dampfschiffs Uri, 27.12.2014

Das Dampfschiff «Uri» verkehrte am 27. Dezember 2014 auf dem Vierwaldstättersee auf einer Rundfahrt ohne vorgesehenen Halt ab Luzern. Bei der Durchfahrt in der Nähe von Kastanienbaum wurde ein Brand im Hilfsmaschinenraum festgestellt. Das Schiff wurde daraufhin zur Anlegestelle bei Hergiswil gefahren, wo es evakuiert und der Brand von der Feuerwehr gelöscht wurde. Es wurden keine Personen verletzt.

Sicherheitsdefizit

Der Brand ist durch ein wahrscheinlich vorgeschädigtes und zu straff zum Klemmenbrett des Generators geführtes Litzenkabel entstanden. Bei einer Kabelzuführung ohne Zugentlastung kann durch Brüche der Kabellitzen der Querschnitt zu klein werden und für den zu leitenden Strom nicht mehr ausreichen. In der Folge sind Überhitzung und Lichtbögen als Brandauslöser möglich.

Sicherheitsempfehlung Nr. 90, 05.02.2016

Das BAV sollte sicherstellen, dass bei der Montage von elektrischen Komponenten auf den Fahrzeugen keine unzulässigen Kräfte an Klemmenanschlüssen auftreten können.

Stand der Umsetzung

Teilweise umgesetzt. Das BAV hält fest, dass die Installation elektrischer Anlagen an Bord von Schiffen durch das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI) und nicht durch das BAV überwacht wird und die ausgesprochene Sicherheitsempfehlung in den Kompetenzbereich des ESTI fällt. Das BAV hat jedoch das ESTI auf diese Sicherheitsempfehlung Nr. 90 aufmerksam gemacht.

6 Analyse



6.1 Luftfahrt

Wie in den Jahresberichten der Vorjahre wurden auch für den vorliegenden Jahresbericht statistische Daten der vergangenen Jahre ausgewertet. Die statistische Methode wurde für den vorliegenden Jahresbericht jedoch leicht angepasst. Grund hierfür ist eine mittlerweile grössere Datenbasis, die es erlaubt, auf eine längere Periode zurückzublicken (Jahre 2007 bis 2016). Die verwendete Methode ist in Anhang 5 beschrieben. In Anhang 5 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 aufgrund der kleinen Ereigniszahlen 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 5 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 2016: 1 Unfall.
- Die Abnahme im Erwartungswert der Anzahl Unfälle wird auf 1.89% pro Jahr geschätzt. Sie ist jedoch nicht signifikant von null verschieden.
- Bei der Unfallrate wird die Abnahme des Wettverhältnisses pro Jahr auf 0.94% geschätzt. Auch dieser Wert ist nicht signifikant von null verschieden.

Die Zahl der Unfälle pro Jahr ist mit einem runden blauen Punkt dargestellt, die Unfallraten pro Jahr mit gelben Quadraten. Zur besseren

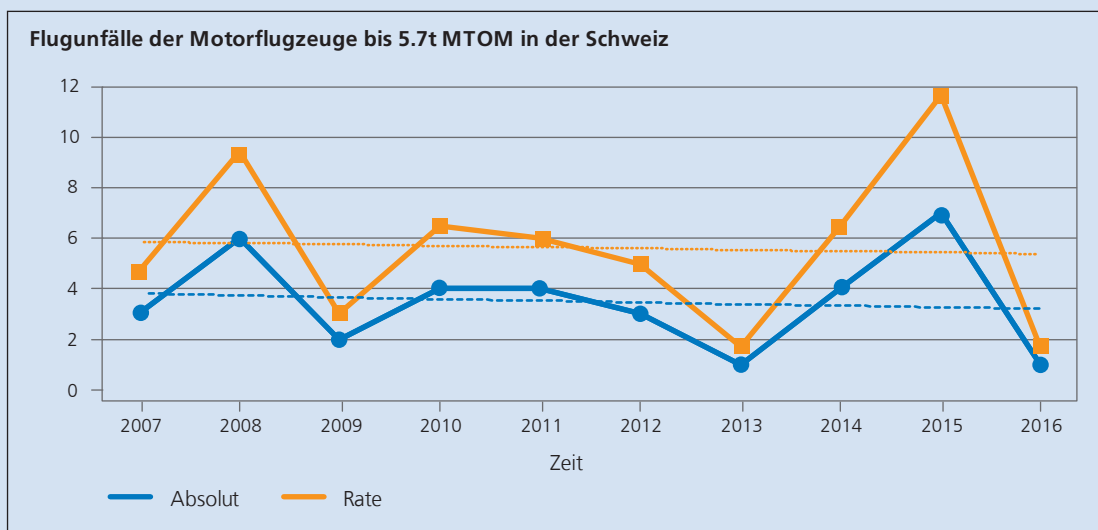
Übersicht wurden die Datenpunkte mit entsprechend eingefärbten Linien verbunden. Die blau gepunktete Linie stellt den Erwartungswert der Unfallzahlen, die gelb gepunktete Linie den Erwartungswert der Unfallraten dar.

6.1.2 Segelflugzeuge

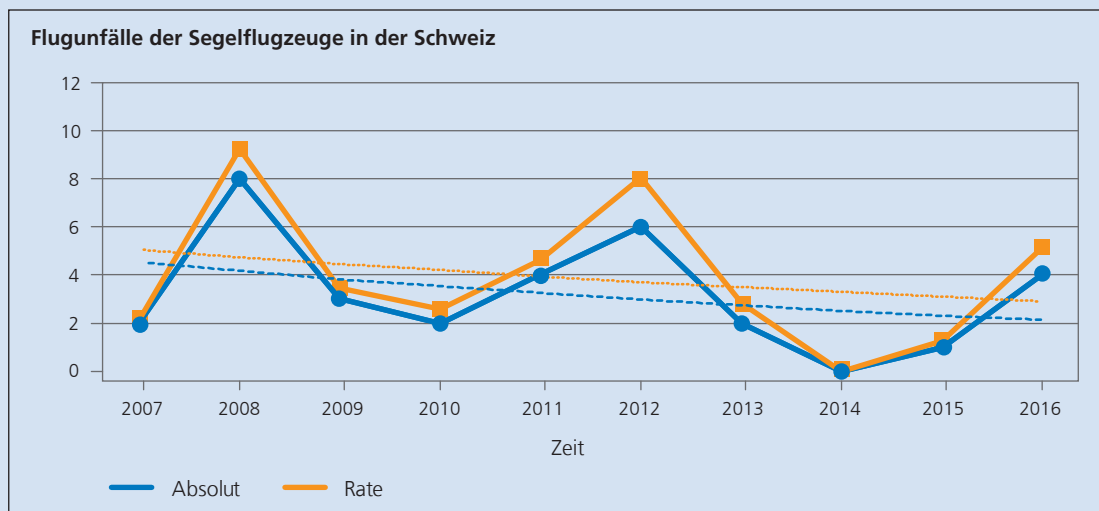
Die Auswertung der Unfallstatistik gemäss der in Anhang 5 beschriebenen Methode und der dort vorgenommenen Definitionen führt für die Luftfahrzeugkategorie der Segelflugzeuge (inklusive Motorsegelflugzeuge und Reisemotorsegelflugzeuge im Segelflug) zu folgenden Resultaten:

- Unfälle absolut 2016: 4 Unfälle.
- Die Abnahme im Erwartungswert der Anzahl Unfälle wird auf 8.09% pro Jahr geschätzt. Sie ist jedoch nicht signifikant von null verschieden.
- Bei der Unfallrate wird die Abnahme des Wettverhältnisses pro Jahr auf 5.98% geschätzt. Auch dieser Wert ist nicht signifikant von null verschieden.

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



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



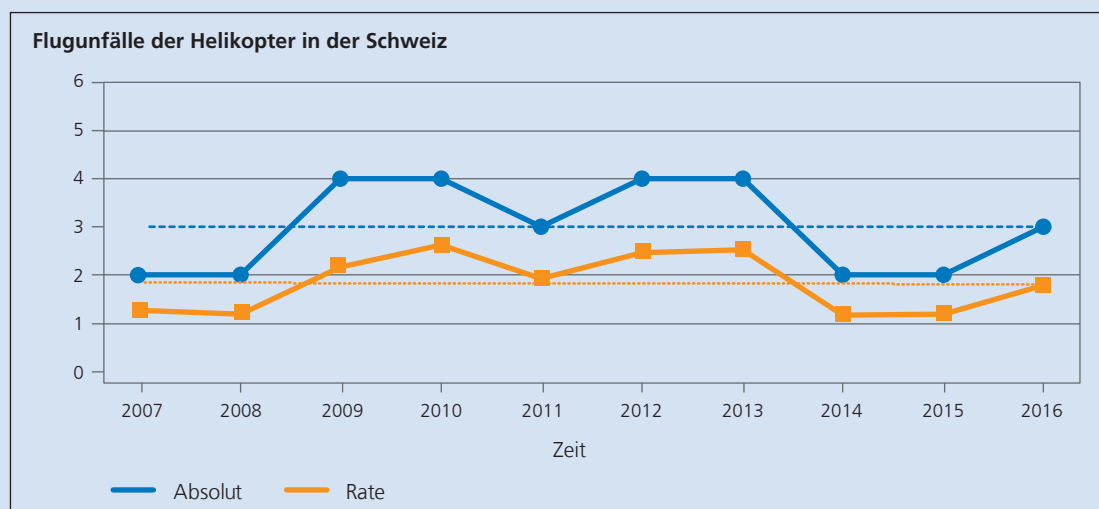
Die Zahl der Unfälle pro Jahr ist mit einem runden blauen Punkt dargestellt, die Unfallraten pro Jahr mit gelben Quadraten. Zur besseren Übersicht wurden die Datenpunkte mit entsprechend eingefärbten Linien verbunden. Die blau gepunktete Linie stellt den Erwartungswert der Unfallzahlen, die gelb gepunktete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

6.1.3 Helikopter

Nach einer Auswertung der Unfallstatistik gemäss der in Anhang 5 beschriebenen Methode und der dort vorgenommenen Definitionen können für die Luftfahrzeugkategorie der Helikopter folgende Aussagen getroffen werden:

- Unfälle absolut 2016: 3 Unfälle.
- Es kann keine Veränderung des Erwartungswertes festgestellt werden (0.00%).

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



- Bei der Unfallrate wird die Abnahme des Wettverhältnisses pro Jahr auf 0.19% geschätzt. Dieser Wert ist nicht signifikant von null verschieden.

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

6.1.4 Motorflugzeuge, Segelflugzeuge und Helikopter total

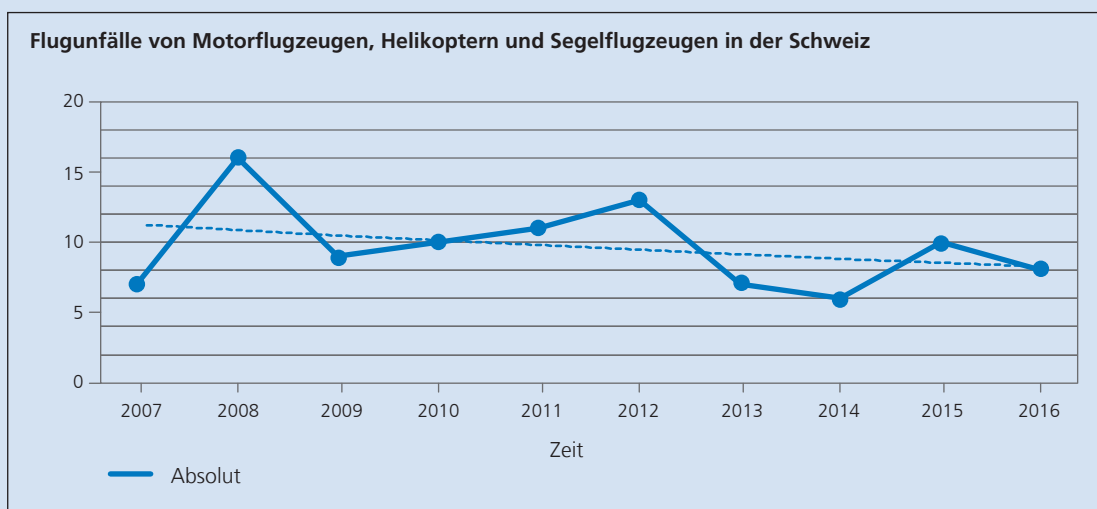
Nach einer Auswertung der Unfallstatistik gemäss der in Anhang 5 beschriebenen Methode und der dort vorgenommenen Definitionen können für die zusammengekommenen Luftfahrzeugkategorien der Motorflugzeuge mit einer maximalen Abflugmasse bis 5700 kg, der Segelflugzeuge und der Helikopter folgende Aussagen getroffen werden:

- Unfälle absolut 2016: 8 Unfälle.
- Die Abnahme im Erwartungswert der Anzahl Unfälle wird auf 3.38% pro Jahr geschätzt. Sie ist jedoch nicht signifikant von null verschieden.
- Aufgrund der unterschiedlichen Bezugsgrössen macht bei den zusammengekommenen Luftfahrzeugkategorien die Ermittlung einer Unfallrate keinen Sinn.

Wie die obigen Auswertungen zeigen, gibt es bei der Schätzung der erwarteten Unfallzahl eine grosse Unsicherheit. Dies rührt daher, dass die Zeitreihen mit 10 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 10 Jahren bei Motorflugzeugen mit einer Abflugmasse von maximal 5700 kg, bei Segelflugzeugen und bei Helikoptern festzustellen.

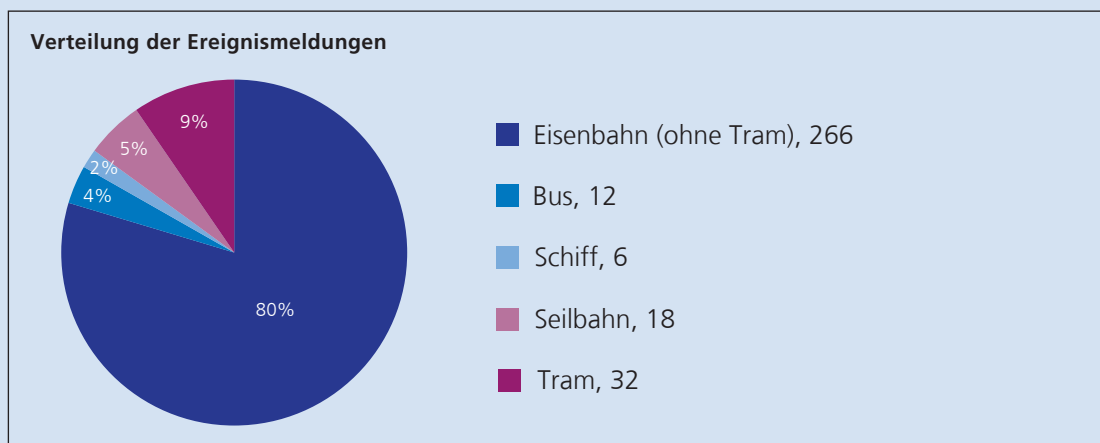
Die Zahl der Unfälle pro Jahr ist mit einem runden blauen Punkt dargestellt, die Unfallraten pro Jahr mit gelben Quadraten. Zur besseren Übersicht wurden die Datenpunkte mit entsprechend eingefärbten Linien verbunden. Die blau gepunktete Linie stellt den Erwartungswert der Unfallzahlen dar.

Unfälle (Absolut)

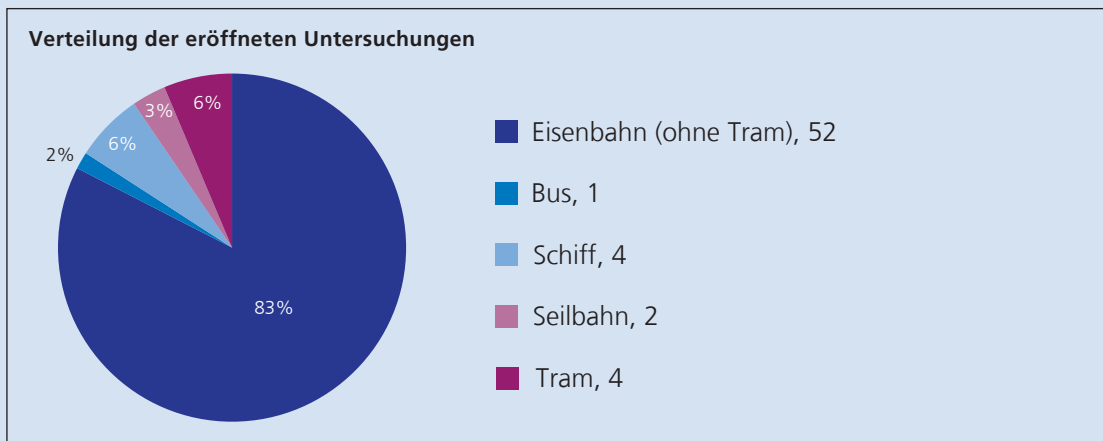




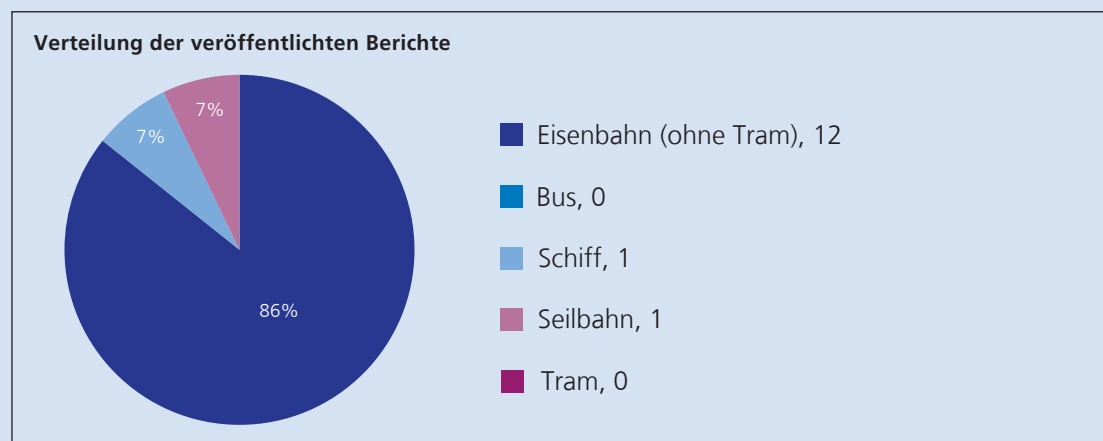
6.2 Eisenbahn, Bus, Schiff und Seilbahn



89 % der Meldungen betreffen die Eisenbahn (inkl. Tram). Die restlichen 36 Meldungen bzw. 11 % der Meldungen betreffen die übrigen Verkehrsträger Bus, Schiff und Seilbahn.

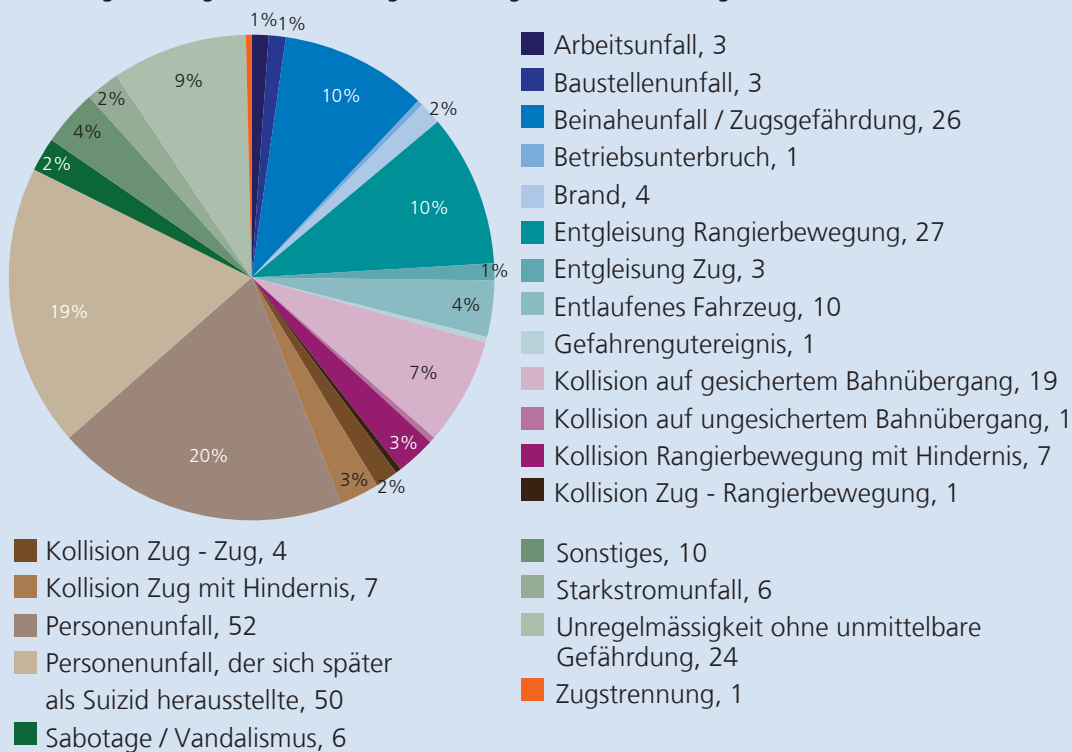


Die Anzahl der eröffneten Untersuchungen entspricht ungefähr dem Verhältnis der Anzahl der Ereignismeldungen.



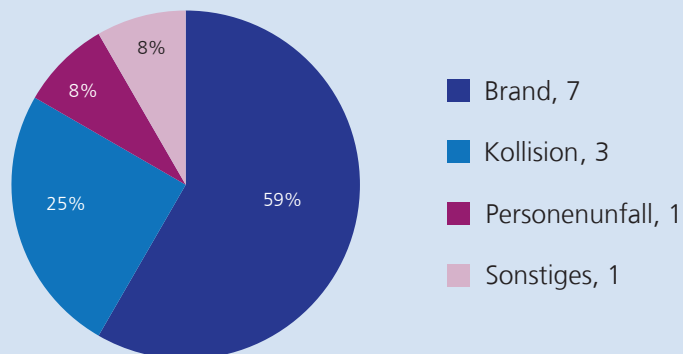
Die Mehrheit der veröffentlichten Berichte (Schlussberichte, Zwischenberichte und summarische Berichte) betrifft den Bereich Eisenbahn. Die Verteilung auf die Verkehrsträger entspricht in etwa der Verteilung der gemeldeten Ereignisse und eröffneten Untersuchungen.

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Eisenbahn (ohne Tram)



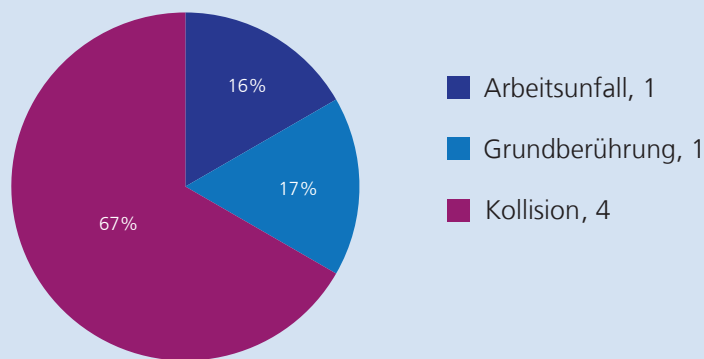
Beim Verkehrsträger Eisenbahn (ohne Tram) dominiert bei den 266 Ereignismeldungen die Ereignisart Personenunfall. Es folgen Kollisionen, Entgleisungen und Beinaheunfälle / Zuggefährdungen.

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Bus



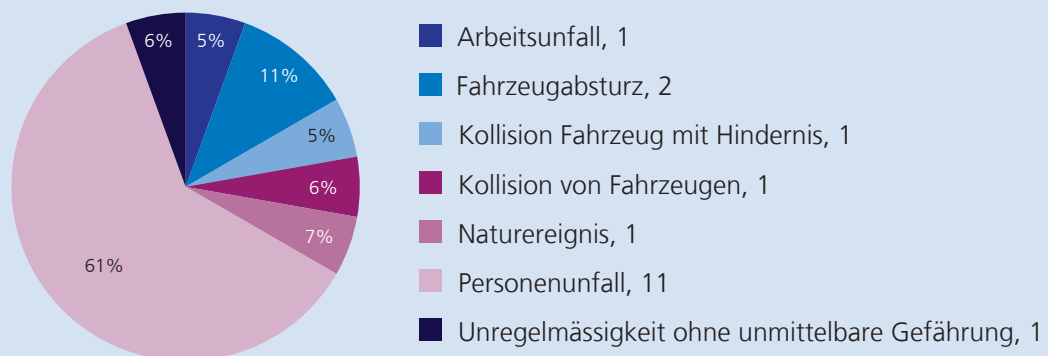
Zwischenfälle auf öffentlichen Strassen, die auf eine Verletzung der Strassenverkehrsregeln zurückzuführen sind, müssen der SUST nicht gemeldet werden und werden auch durch die SUST nicht untersucht. Im Verhältnis zu allen Ereignisarten machen die Brände die Mehrzahl der gemeldeten Ereignisse aus.

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Schiff



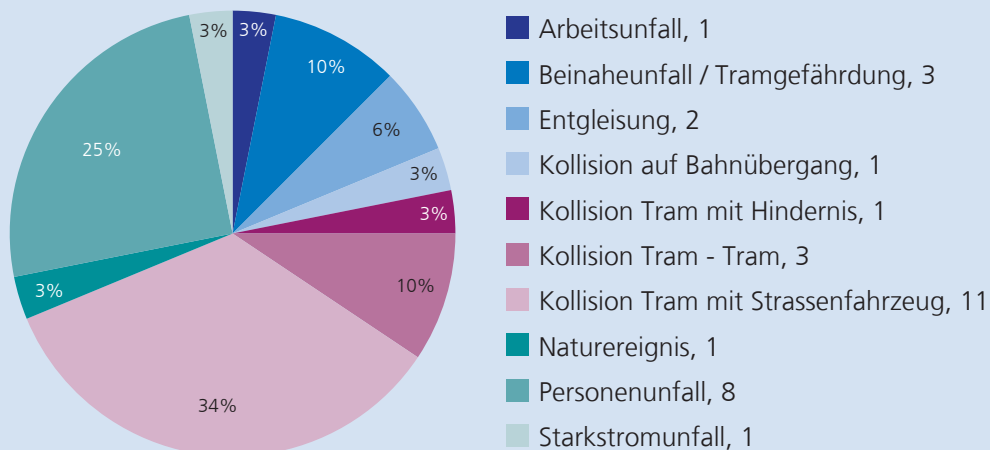
Von den 6 Ereignismeldungen beim Verkehrsträger Schiff waren 4 Kollisionen zu verzeichnen. Dieser Wert ist als aussergewöhnlich hoch zu werten.

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Seilbahn



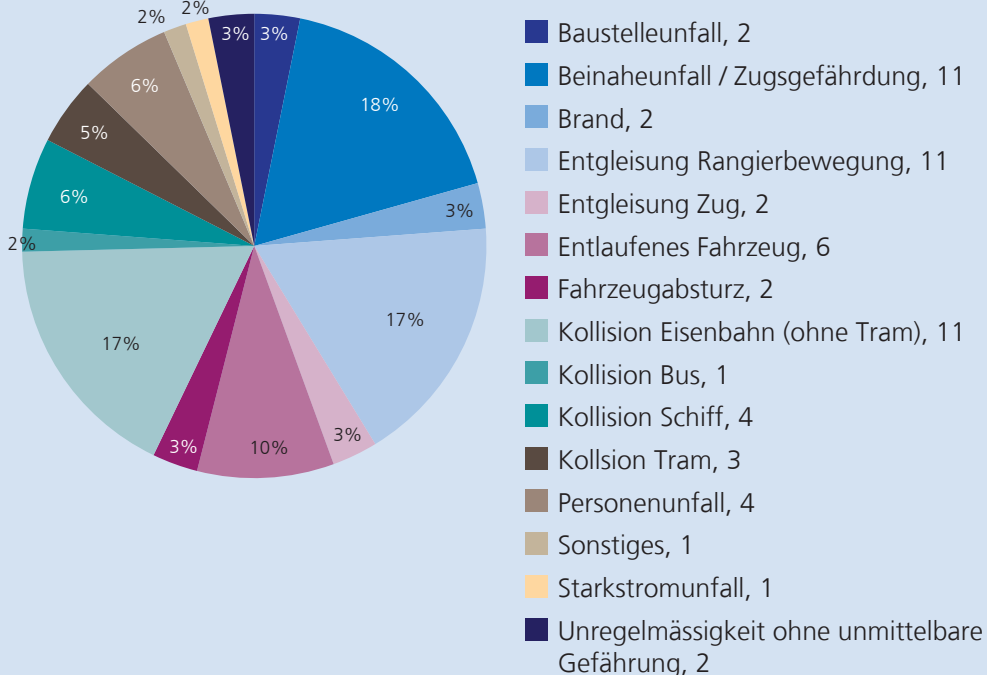
Die Mehrzahl der Ereignismeldungen betreffen bei den Seilbahnen Personenunfälle, welche sich beim Ein- oder Aussteigen ereigneten. Die übrigen gemeldeten Ereignisse sind mehrheitlich Einzelereignisse. Die beiden Ereignisse, bei denen ein Fahrzeug abstürzte, werden detailliert untersucht und die Ursache in einem Schlussbericht dargelegt.

Verteilung der Ereignisarten der Ereignismeldungen des Verkehrsträgers Tram

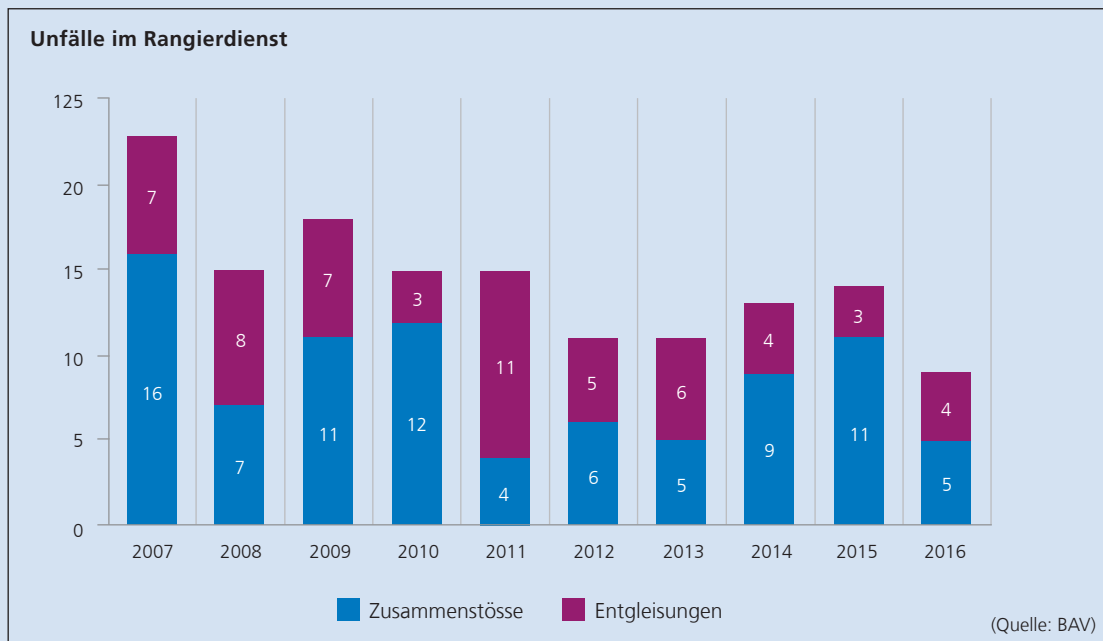


Beim Verkehrsträger Tram betreffen die Mehrzahl der Ereignisse Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern, sei dies ein Fussgänger (Personenunfall) oder ein Strassenfahrzeug. Zu beachten ist auch hier, dass Zwischenfälle auf öffentlichen Strassen, die auf eine Verletzung der Strassenverkehrsregeln zurückzuführen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

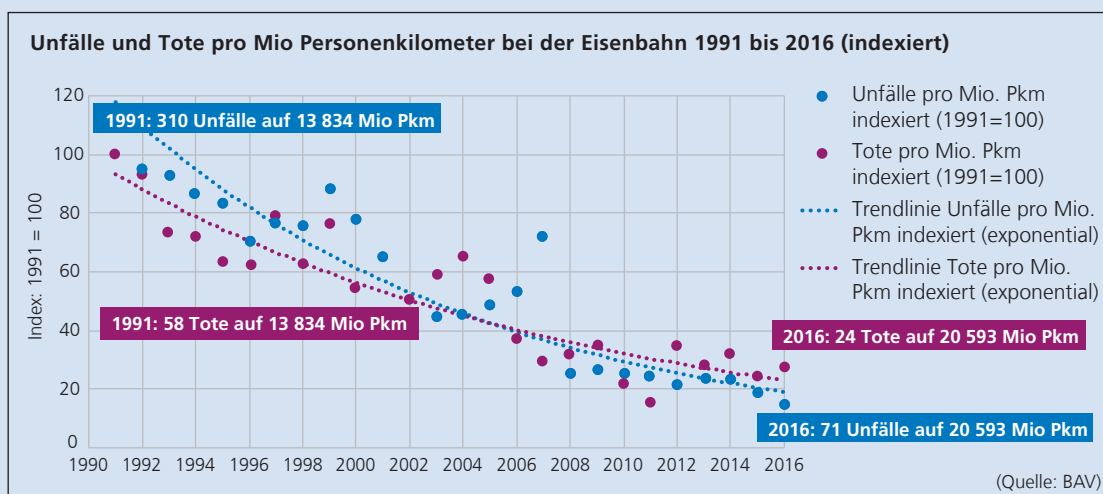
Verteilung der eröffneten Untersuchungen nach Ereignisarten aller Verkehrsträger



Die Mehrzahl der 63 eröffneten Untersuchungen betreffen Kollisionen (19), Entgleisungen (13) und Beinaheunfälle (11).



Tendenziell hat die Anzahl Unfälle im Rangierdienst über die letzten 10 Jahre abgenommen. Zudem ist das Schadenpotential bei Rangierunfällen aufgrund der geringen Geschwindigkeiten eher klein. Auch ist das Massnahmenpotential als beschränkt einzustufen.



Innerhalb der letzten 25 Jahre haben die Unfälle und tödlich verletzten Personen bei der Eisenbahn auf rund einen Viertel abgenommen. Dies ist Ergebnis der Bemühungen aller Beteiligten im gesamten Sicherheitsverbund, an dem die SUST auch ihren Anteil hat.

Anhang



- Anhang 1: Verzeichnis der von der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle im Jahre 2016 publizierten Schlussberichte, Zwischenberichte und Studien bezüglich der Luftfahrt
- Anhang 2: Verzeichnis der von der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle im Jahre 2016 publizierten Schlussberichte und Zwischenberichte bezüglich Eisenbahnen, Seilbahnen und der Binnenschifffahrt
- Anhang 3: Statistische Angaben zu Zwischenfällen in der Luftfahrt
- Anhang 4: Statistische Angaben zu Zwischenfällen bei Eisenbahnen, Seilbahnen, Bussen sowie in der Binnen- und Hochseeschifffahrt
- Anhang 5: Methode und konzeptionelle Überlegungen für die Auswertung der statistischen Daten der Luftfahrt

Anhang 1

Verzeichnis der von der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle im Jahre 2016 publizierten Schlussberichte, Zwischenberichte und Studien bezüglich der Luftfahrt

Nummer	Kennzeichen	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
3	SAR-Studie	01.01.2016		513, 514, 515, 516, 517	13
2238	HB-DFP / HB-3373	06.06.2013	Auenstein/AG	498, 499	
2244	D-ABKB (BER17Z) / G-TAWF (TOM857) / G-EZAU (EZY899B)	26.05.2013	10 NM nordnordwestlich von MOLUS		
2253	HB-WYS	12.07.2013	Gland/VD	505	
2254	HB-ZRS	06.06.2013	Flughafen Zürich/ZH	528	
2255	T362 / HB-SGK	19.03.2014	1.5 NM östlich des Regionalflugplatzes Bern-Belp/BE		
2258	HB-XSO	29.06.2013	rund 900 m südlich von Iragna, Gemeinde Lodrino/TI		
2260	CS-DRC (NJE424R) / HB-PLY	20.03.2014	Flughafen Zürich/ZH		
2261	HB-QOW	06.08.2013	Comba d'Avau/FR		
2262	HB-QOT	08.03.2014	Neyruz-sur-Moudon/VD		
2263	HB-PGU	05.06.2014	300 m südwestlich des Regionalflugplatzes Grenchen/SO		
2264	HB-IYY	24.03.2013	in der Nähe des Wegpunktes LUSAR, 50 NM nordwestlich des Flughafens Genf		
2265	HB-ZMO	01.07.2013	Erstfeld/UR		
2266	HB-ZKF	29.08.2014	Eisten/VS		
2267	HB-ZLJ	13.07.2013	Wichtrach/BE	502, 503	
2268	HB-PIJ	26.04.2014	Flugplatz Locarno/TI		
2270	HB-ZNH / J-3089	12.02.2015	4 NM südöstlich des Militärflugplatzes Meiringen/BE		
2271	HB-ZLG / HB-ZMU	01.07.2015	7 km südwestlich von St. Moritz/GR		
2272	HB-CBZ	13.12.2014	Flugfeld Beromünster/LU	(497)*	4
2273	HB-PLC	30.05.2015	Regionalflugplatz Grenchen/SO		
2274	HB-PMR	13.08.2015	Flugplatz Ecuwillens/FR		
2275	HB-RXC	20.12.2012	Rüthi/SG	506, 507	
2277	HB-2483	03.08.2015	rund 600 m südöstlich vom Flugfeld Bex		
2278	OE-LVL (AUA582W) / TC-JGV (THY1QM)	31.03.2014	Flughafen Genf/GE	508	
2286	HB-SRB	07.04.2015	Riggisberg/BE		5
2287	HB-WAL	05.07.2014	Flugplatz Grenchen/SO	523	6, 7
2288	HB-2088 / HB-ZRR	20.07.2015	1 NM südwestlich des Flugplatzes Samedan/GR	509, 510	8, 9
2293	HB-IOC	09.03.2014	Flughafen Genf/GE		
ZB	HB-WAR	13.12.2015	Flugplatz Locarno /TI	511	10

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

Anhang 2

Verzeichnis der von der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle im Jahre 2016 publizierten Schlussberichte und Zwischenberichte bezüglich Eisenbahnen, Seilbahnen und der Binnenschifffahrt

Nummer	Betriebsart	Art des Unfalls	Datum	Ort	Sicherheitsempfehlung	Sicherheitshinweis
2014050901	Bahn	Kollision auf gesichertem Bahnübergang	29.02.2016	Sattel		
2014061103	Bahn	Entgleisung Rangierbewegung	15.12.2016	Ebikon	(72)*	
2014072302	Bahn	Personenunfall	19.07.2016	Visp		
2014100901	Bahn	Arbeitsunfall	13.05.2016	Cornaux		
2014122701	Schiff	Brand	08.02.2016	Hergiswil	90	
2014122901	Bahn	Kollision Rangierbewegung mit Hindernis	29.03.2016	Solothurn	91, 92	
2015011701	Bahn	Beinaheunfall / Zuggefährdung	31.03.2016	Aigle		
2015012001	Bahn	Beinaheunfall / Zuggefährdung	04.10.2016	Glovelier		
2015021201	Seilbahn	Kollision von Fahrzeugen	08.11.2016	Torgon		
2015022001	Bahn	Kollision Zug – Zug	26.09.2016	Rafz	97, 98, 99, 100, 101, 102	1, 2
2015042501	Bahn	Entgleisung Zug	26.09.2016	Dallens	(86)*, (87)*, 93, 94, 95, 96	
2015043001	Bahn	Entgleisung Rangierbewegung	03.11.2016	Landquart	106, 107	
2015092301	Bahn	Personenunfall	21.10.2016	Riedholz	104	
2016072601_ZB	Bahn	Entgleisung Zug	26.07.2016	Les Brenets	105	

*) 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	48
2. Definitionen	48
3. Tabellen und Grafiken	50
3.1 Flugunfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge, Bestand Luftfahrzeuge und getötete Personen	50
3.1.1 Schweizerisch immatrikulierte Luftfahrzeuge mit mehr als 5 700 kg MTOM	51
3.1.2 Schweizerisch immatrikulierte Luftfahrzeuge bis 5 700 kg MTOM	52
3.1.3 Grafikübersicht der Flugunfälle und schweren Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge und getöteter Personen	53
3.2 Unfalldaten und verunfallte Personen – Berichtsperiode 2015 / 2016	54
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	54
3.2.2 Luftfahrzeugbestand und Unfälle / schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge	55
3.2.3 Unfälle und schwere Vorfälle nach Luftfahrzeugart schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge	56
3.2.4 Flugphase – Unfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge im In- und Ausland und ausländisch immatrikulierter Luftfahrzeuge in der Schweiz	57
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	58

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 unbefugte 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.

Eintragungsstaat

Staat, in dessen Luftfahrzeugregister das Luftfahrzeug eingetragen ist.

Herstellerstaat

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

Betreiberstaat

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

3. Tabellen und Grafiken

3.1 Flugunfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeug

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
2005	3841	768 643	15 501	22	37	59	12	9	71	15
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

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
2005	241	445 228	0	0	0	12	9	12	0
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

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
2005	3 600	323 415	22	37	59	0	0	59	15
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	3 145	377 723	21	16	37	29	7	66	5

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 2015 / 2016

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	
	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015
Total	64	64	7	8	57	56	19	11	4	3	15	8	23	11	1	2	22	8
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	22	37	1	5	21	32	9	4	3	1	6	3	3	6	0	2	3	3
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	9	7	0	0	9	7	8	5	0	0	8	5	15	5	0	0	15	5
Helikopter	17	12	3	2	14	10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorsegler und Segelflugzeuge	11	7	3	1	8	6	1	2	0	2	1	0	2	0	1	0	1	0
Freiballone und Luftschiffe	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Ultraleicht	2	-	0	-	2	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-

3.2.2 Unfälle und schwere Vorfälle schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge

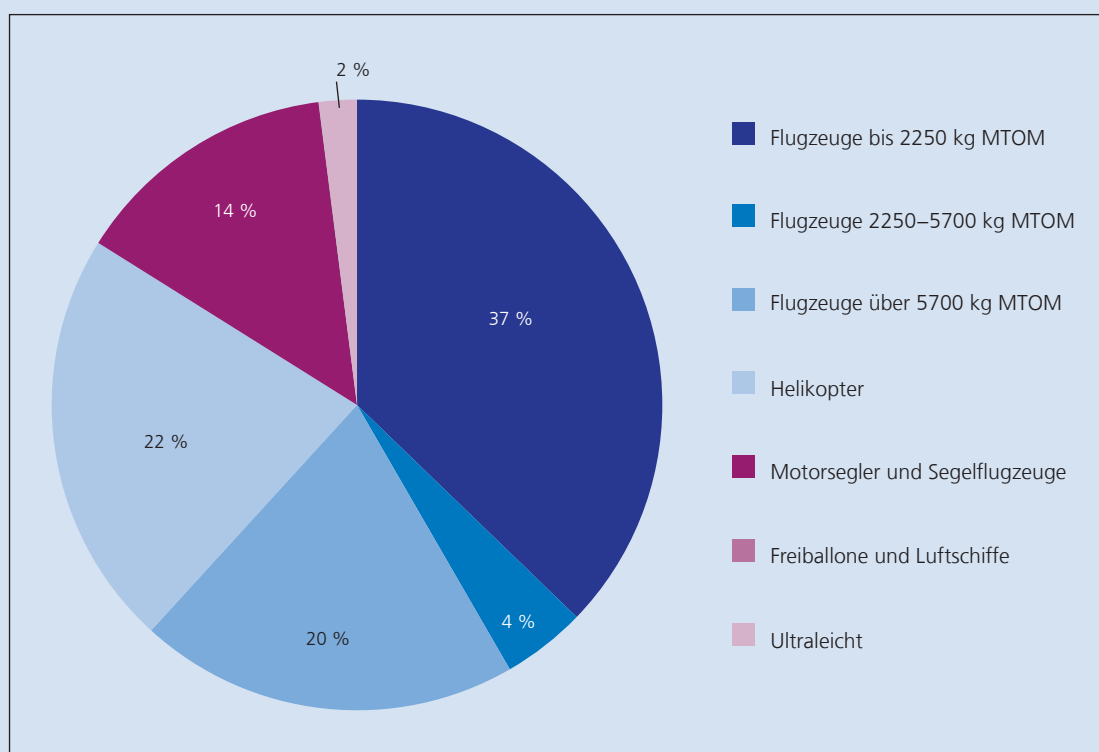
	Bestand Luftfahrzeuge ¹⁾ (01.01.2017)		Total Unfälle / schwere Vorfälle	
	2016	2015	2016	2015
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	1 382	1 397	24	41
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	162	169	3	0
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	279	284	11	12
Helikopter	337	326	17	12
Motorsegler und Segelflugzeuge	907	949	11	9
Freiballone und Luftschiffe	347	369	0	1
Ultraleicht ²⁾	–	–	2	–
Total	3 414	3 494	68	59

¹⁾ Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt

²⁾ Der Bestand der Ultraleichtflugzeuge wird nicht separat erhoben; in 2015 wurden Unfälle und schwere Vorfälle mit Ultraleichtflugzeugen nicht separat erhoben

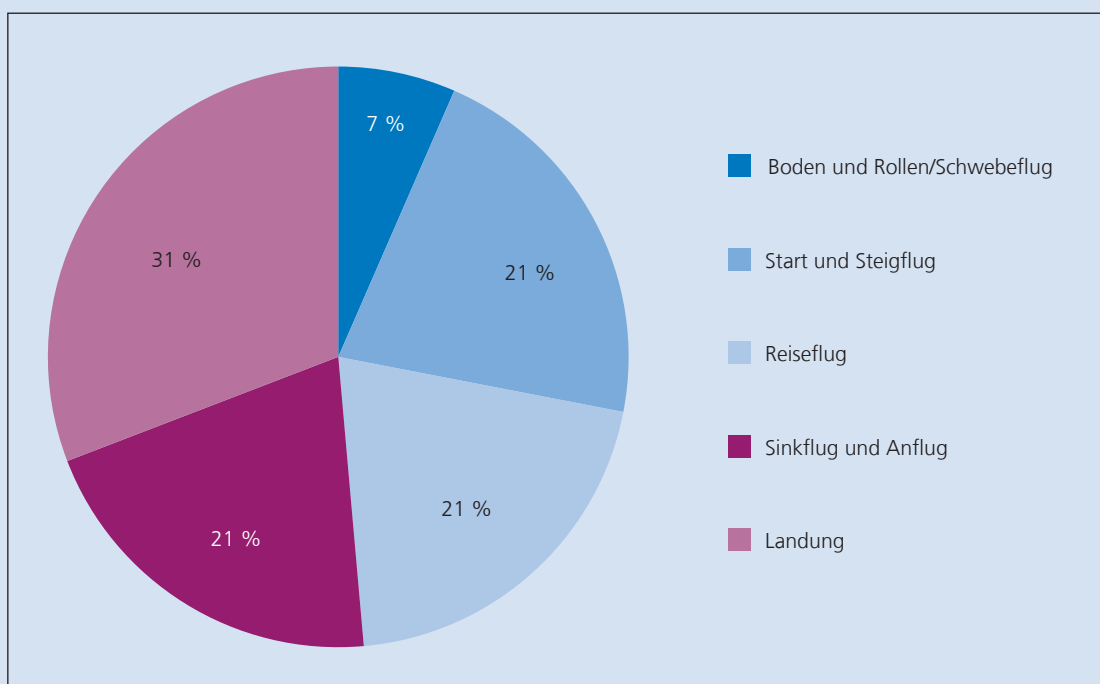
3.2.3 Unfälle und schwere Vorfälle nach Luftfahrzeugart schweizerisch immatrikulierter Luftfahrzeuge

	2016	2015
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	37%	55%
Flugzeuge 2250 – 5700 kg MTOM	4%	0%
Flugzeuge über 5700 kg MTOM	20%	16%
Helikopter	22%	16%
Motorsegler und Segelflugzeuge	14%	12%
Freiballone und Luftschiffe	–	1%
Ultraleicht	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	
	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015
Flugzeuge bis 2250 kg MTOM	3	6	6	8	5	8	5	1	15	18	34	41
Flugzeuge 2250–5700 kg MTOM	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	5	0
Flugzeuge mit mehr als 5700 kg MTOM	3	2	9	1	10	7	10	1	1	1	33	12
Helikopter	1	0	2	3	3	2	4	2	8	5	18	12
Motorsegler und Segelflugzeuge	0	0	4	3	3	4	1	0	6	2	14	9
Freiballone und Luftschiffe	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
Ultraleicht	0	-	0	-	0	-	1	-	1	-	2	-
Total	7	8	23	15	22	21	22	4	33	27	107	75



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 Segelfluggesetze		Freiballone und Luftschiffe		Ultraleicht	
	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015
Unfälle / schw. Vorfälle	64	64	22	37	3	0	9	7	17	12	11	7	0	1	2	-
Tödlich verletzte Personen	3	7	1	5	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	-
Besatzung	2	6	0	4	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	-
Fluggäste	1	1	1	1	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	-
Erheblich verletzte Personen	6	7	2	4	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	-
Besatzung	3	4	1	2	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	-
Fluggäste	1	3	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-
Drittpersonen	2	0	0	0	0	0	0	0	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	
	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015
Unfälle / schw. Vorfälle	19	11	9	4	0	0	8	5	1	0	1	2	0	0	0	-
Tödlich verletzte Personen	2	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	-
Besatzung	2	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	-
Fluggäste	0	1	0	1	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	-
Erheblich verletzte Personen	3	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	-
Besatzung	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Fluggäste	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	-
Drittpersonen	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		Frei- ballone und Luftschiffe		Ultra- leicht	
	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015
Unfälle / schw. Vorfälle	23	11	3	6	2	0	15	5	0	0	2	0	1	0	0	0
Tödlich verletzte Personen	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Besatzung	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Fluggäste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erheblich verletzte Personen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Besatzung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluggäste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drittpersonen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anhang 4

Statistische Angaben zu Zwischenfällen bei Eisenbahnen, Seilbahnen, Bussen sowie in der Binnen- und Hochseeschifffahrt

Inhaltsverzeichnis

1.	Definitionen	62
2.	Tabellen	63
2.1	Personenunfälle Eisenbahn und Arbeitsunfälle	63
2.2	Kollisionen und Entgleisungen	64
2.3	Beinaheunfälle, Rangierunfälle und Brände	65
2.4	Schiffsunfälle, Zwischenfälle mit Seilbahnen	66

1. Definitionen

Tödliche Verletzung

Verletzung einer Person, die innert 30 Tagen nach einem Ereignis zum Tod führt.

Schwere Verletzung

Verletzung einer Person, deren Behandlung einen Krankenhausaufenthalt von mehr als 24 Stunden erfordert.

Leichte Verletzung

Verletzung einer Person, die eine ambulante ärztliche Behandlung erfordert

Grosser Sachschaden

Sachschaden, der die unmittelbare Folge eines Ereignisses ist und den Betrag von 180'000 Franken übersteigt.

Unfall

Ereignis, das die tödliche oder schwere Verletzung einer Person, einen grossen Sachschaden oder einen Störfall im Sinne der Störfallverordnung vom 27. Februar 1991 zur Folge hat.

Schwerer Vorfall

Ereignis, das beinahe zu einem Unfall geführt hätte, wobei der Eintritt dieses Ereignisses nicht durch die allfällig dafür vorgesehenen automatischen Sicherheitsvorkehrungen verhindert worden wäre.

Wesentliche Störung

Störung, welche den Betrieb einer Strecke für mindestens sechs Stunden unterbricht.

Gefahrgutereignis

Ereignis, das beim Verladen, Befördern, Rangieren, Entladen oder während eines transportbedingten Aufenthaltes von gefährlichen Gütern Mensch oder Umwelt gefährdet hat.

2. Tabellen

2.1 Gemeldete Personenunfälle und Arbeitsunfälle

	2013			2014			2015			2016		
Anzahl Meldungen	379			382			296			334		
Eröffnete Untersuchungen	37			27			87			59		
Personenunfälle Bahn total (ohne Seilbahn)	51			60			56			60		
Verunfallte Personen	†	S	L	†	S	L	†	S	L	†	S	L
im Zug /Tram	–	–	–	–	1	2	–	–	22	–	1	1
beim Ein- / Aussteigen	–	–	6	1	8	2	–	3	2	–	3	5
im Bahnhof	9	9	4	11	11	14	11	11	3	17	7	3
ausserhalb Bahnhof	13	10	5	4	7	4	10	8	8	9	7	3
Übrige	–	–	–	1	3	1	–	–	–	–	–	–
Der SUST gemeldete Suizide oder Suizidversuche*	81*			60*			47*			50*		
Arbeitsunfälle	16			15			15			9		

Zeichenerklärung:

† = Tote

S = Schwerverletzte

L = Leichtverletzte

*) Die Suizide, die in unserer Ereignisstatistik erscheinen, sind der SUST-BS zuerst als Personenunfälle gemeldet worden.

2.2 Gemeldete Kollisionen und Entgleisungen

	2013			2014			2015			2016		
Kollisionen total	81			73			47			55		
Zug – Zug / Tram – Tram	6 / 7			7 / 5			2 / 4			5 / 3		
mit Arbeitsgeräten (Bagger,Kran,...)	4			8			2			1		
mit Prellbock	2			7			2			1		
mit abgestellten Wagen	7			3			12			6		
mit Strassenfahrzeugen	14			13			12			15		
mit Sonstigem	7			6			–			4		
Koll. auf Bahnübergängen total	34			26			12			20		
Dabei verletzte Personen	†	S	L	†	S	L	†	S	L	†	S	L
auf bewachten Bue	4	9	6	–	9	4	1	4	2	0	7	17
auf unbewachten Bue	2	3	15	3	7	6	–	–	–	–	–	–
Entgleisungen total	31			37			40			32		
davon bei Zugsfahrt Reisezüge	3			6			7			2		
davon bei Zugsfahrt Güterzüge	1			2			6			1		
davon bei Rangierfahrten	19			21			22			23		
davon bei Bauzügen	6			5			–			4		
dabei bei Tramzügen	2			3			5			2		

Zeichenerklärung:

† = Tote

S = Schwerverletzte

L = Leichtverletzte

2.3 Gemeldete Beinaheunfälle, Rangierunfälle und Brände

	2013	2014	2015	2016
Beinaheunfälle / Gefährdungen	47	53	30	29
Rangierunfälle *)	11	13	11	8
Brände total	17	9	12	11
davon Schienenfahrzeuge	12	4	3	4
davon Linienbusse	5	4	9	7
davon Seilbahn	–	–	–	–
davon Schiffe	–	1	–	–
Verschiedenes	38	57	28	25
Sabotage / Vandalismus	6	7	6	6
Gefahrgutunfälle	5	3	2	1
Starkstromunfälle	9	14	7	7
Sonstiges	18	33	13	11

*) ohne Entgleisungen

2.4 Gemeldete Schiffsunfälle, Ereignisse mit Seilbahnen

	2013			2014			2015			2016		
Schiffe total	3			2			3			6		
Personenunfälle Seilbahn total	4			2			5			11		
Dabei verletzte Personen	†	S	L	†	S	L	†	S	L	†	S	L
bei Pendelbahnen	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	2
bei Sesselbahnen	1	–	2	–	–	2	–	–	4	1	5	3
bei Schleppliften	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Seilbahn übrige Ereignisse (ohne Arbeitsunfälle)	1			2			1			6		
davon Kabinen- / Sesselabsturz	–			–			–			2		
davon Seilentgleisungen	–			1			1			–		
davon Seilrisse	–			–			–			–		
davon Sonstiges	1			1			–			4		

2.5 Gemeldete Ereignisse der Hochseeschifffahrt

	2016
Meldungen	8
Davon Unfälle	3

Zeichenerklärung:

† = Tote

S = Schwerverletzte

L = Leichtverletzte

Anhang 5

Methode 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. Okt. 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 ab 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 $t = 2007, \dots, 2016$ 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. Daher ist auch die Angabe möglich, ob sich der Parameter β_1 signifikant von null unterscheidet, d.h. eine signifikante Änderung der Flugsicherheit vor sich geht. Ebenso ist es möglich, ein 95%-Vertrauensintervall für die erwartete Anzahl Unfälle anzugeben, was die Unsicherheit in der Schätzung reflektiert. Um festzustellen, ob sich in einem Jahr aussergewöhnlich viele bzw. aussergewöhnlich wenige Unfälle ereignet haben, können die Pearson-Residuen r_t bestimmt werden:

$$r_t = \frac{u_t - \hat{\lambda}_t}{\sqrt{\hat{\lambda}_t}}$$

Die r_t geben (genähert) an, um wie viele Standardabweichungen vom Erwartungswert entfernt eine Unfallzahl liegt. In der Statistik ist es üblich, $|r_t| > 2$ als gross zu bezeichnen.

Für die Schätzung der Unfallrate wird das Binomial-Modell verwendet, wobei man von der Annahme ausgeht, dass

$$U_t \sim \text{Bin}(n_t, p_t).$$

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 . Der Parameter p_t ist die Unfallrate zur Zeit t , bzw. die Wahrscheinlichkeit, dass sich bei einer Flugbewegung ein Unfall ergibt. Der zeitliche Verlauf der Unfallrate wird mit einer Binomial-Regression modelliert

$$\log\left(\frac{p_t}{1-p_t}\right) = \beta_0 + \beta_1 \cdot t$$

Die Schätzung findet erneut mittels Maximum-Likelihood-Estimation im Framework der Generalized Linear Models statt. Aus dem Parameter β_1 kann die zeitliche Entwicklung der Unfallrate abgeleitet werden. Konkret wird das Wettverhältnis $p_t / (1 - p_t)$ von einem Jahr zum nächsten mit dem Faktor $\exp(\beta_1)$ multipliziert. Erneut ist es möglich, Aussagen zur Signifikanz dieser Änderung zu machen, sowie auch ein 95%-Vertrauensintervall für die Unfallrate anzugeben. Man beachte, dass die Darstellung der Unfallrate zwecks leichter Lesbarkeit jeweils hochgerechnet auf 1 Million Flugbewegungen rapportiert wird. Für die Beurteilung, ob die Unfallrate in einem Jahr aussergewöhnlich hoch oder tief war, können wiederum die Pearson-Residuen r_t verwendet werden. Im Binomial-Modell sind sie wie folgt definiert:

$$r_t = \frac{u_t - n_t \hat{p}_t}{\sqrt{n_t \hat{p}_t (1 - \hat{p}_t)}}$$

Es gelten dieselben Aussagen wie beim Poisson-Modell für die Unfallzahl: die r_t geben (genähert) an, um wie viele Standardabweichungen vom Erwartungswert entfernt die Unfallrate eines Jahres liegt. In der Statistik ist es üblich, $|r_t| > 2$ als gross zu bezeichnen.



Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

3003 Bern

Tel. +41 58 462 33 62, Fax +41 58 464 26 92

www.sust.admin.ch