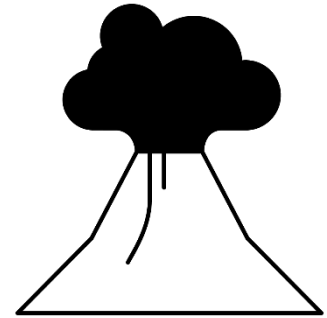




Vulkanausbruch im Ausland



Dieses Gefährdungsdossier ist Teil
der nationalen Risikoanalyse
«Katastrophen und Notlagen Schweiz»

Definition

Bei einem Vulkanausbruch entleert sich die unter dem Vulkan gelegene Magmakammer. Glutflüssige Lava und anderes vulkanisches Material wie beispielsweise Gase gelangen an die Erdoberfläche.

Vulkanausbrüche, auch Eruptionen genannt, können in unterschiedlichen Formen und Intensitäten auftreten. Die Stärke von Vulkanausbrüchen wird mit dem Vulkanexplosivitätsindex (volcanic explosivity index VEI) auf einer logarithmischen Skala bis Stärke 8 gemessen.

Durch explosive Eruptionen können grosse Mengen vulkanischen Materials in die Atmosphäre gelangen. Explosive Eruptionen haben deshalb meistens überregionale Auswirkungen. Diese entstehen auch durch freigesetzte Sulfataerosole, die zu einer temporären Temperaturreduktion beitragen.

In der Schweiz gibt es keine aktiven Vulkane. Weltweit sind jedoch rund 1500 Vulkane aktiv. Fast alle befinden sich an Plattengrenzen (ca. 95 %). Jährlich brechen weltweit rund 50 Vulkane aus.

November 2020





Ereignisbeispiele

Stattgefundenere Ereignisse tragen dazu bei, eine Gefährdung besser zu verstehen. Sie veranschaulichen die Entstehung, den Ablauf und die Auswirkungen der untersuchten Gefährdung.

März bis Mai 2010 Island Vulkan Eyjafjalla, VEI 4	Am 20. März 2010 begann die Eruption des Vulkans Eyjafjalla unter dem Gletscher Eyjafjallajökull und verstärkte sich in den folgenden Tagen laufend. Am 14. April 2010 traten aus fünf Kratern grosse Mengen Lava aus. Die unter dem Gletschereis ausfliessenden Lavaströme verursachten in der Folge mehrere Tausend Meter hohe Dampf- und Aschewolken. Aufgrund der herrschenden Wetterbedingungen verteilten sich die Wolken rasch über ganz Europa und legten den gesamten europäischen Flugverkehr mehrere Tage lahm. Der Vulkan beruhigte sich erst im folgenden Sommer. Menschen kamen keine zu Schaden. Allerdings entstand durch den blockierten Luftverkehr ein erheblicher ökonomischer Schaden, da innerhalb von zwei Tagen fast ein Drittel der weltweiten Flüge gecancelt wurde. Über die gesamte Zeitdauer von gut einer Woche wurden mehr als 100 000 Flüge gestrichen. Davon betroffen waren in etwa 10 Millionen Passagiere. Die Flugindustrie verlor insgesamt rund 1,3 Milliarden Euro. Zudem waren Anbieter betroffen, die auf Luftfracht angewiesen sind oder damit handeln.
April bis August 1991 Philippinen Vulkan Pinatubo, VEI 6	Der Ausbruch des Pinatubo ist eine der gewaltigsten Eruptionen des 20. Jahrhunderts. Obwohl sich der Ausbruch Tage zuvor ankündigte und Zehntausende Menschen evakuiert werden konnten, forderte er 875 Menschenleben und verursachte enorme Sachschäden. Die Gesamtkosten für Reparaturen wurden mit mehr als 1 Milliarde US-Dollar beziffert. Weltweit fiel als Auswirkung des Ausbruchs die globale Durchschnittstemperatur. Dies war im Sommer 1992 deutlich zu spüren, als sich die Temperatur an der Erdoberfläche über mehrere Monate um bis zu 0,5 °C reduzierte. In der nördlichen Hemisphäre waren die zwei auf den Vulkanausbruch folgenden Winter ungewöhnlich mild.
April 1815 Indonesien Vulkan Tambora, VEI 7	Der stärkste Vulkanausbruch der letzten 10 000 Jahre fand im April 1815 auf der indonesischen Insel Sumbawa statt. Die Eruption des Vulkans verursachte Ascheniederschläge im Radius von rund 1300 km, pyroklastische Ströme (Lawinen aus heisser Asche und Gesteinsstücken mit Temperaturen von rund 200 bis 700 °C) breiteten sich bis zu 20 km weit aus. Im Umkreis von bis zu 600 km war der Himmel fast zwei Tage lang völlig verdunkelt. An den Küsten umliegender Inseln kam es zu meterhohen Flutwellen. Die gesamte Inselbevölkerung von Sumbawa wurde ausgelöscht. Es wird davon ausgegangen, dass durch den Ausbruch unmittelbar ca. 10 000 Menschen starben. Die hoch in die Atmosphäre ausgeworfenen Stäube verursachten im darauffolgenden Jahr weltweit einen signifikanten Temperaturrückgang, mit dem kältesten Sommer seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Die Folgen waren bis nach Europa zu spüren: 1816 gab es infolge von Missernten die letzte grosse Hungersnot in der Schweiz.



Einflussfaktoren

Diese Faktoren können Einfluss auf die Entstehung, Entwicklung und Auswirkungen der Gefährdung haben.

In der Schweiz und in den grenznahen Gebieten gibt es keine aktiven Vulkane. Deshalb ist eine unmittelbare Gefährdung durch Vulkanausbrüche in Form von Erdbeben, Lava, pyroklastischen Strömen oder anderen grossen Mengen an Substanzen wie Schlammlawinen (Lahare) nicht gegeben. Jedoch kann die Schweiz mittelbar von den Folgen von Asche- und Staubwolken betroffen sein.

In der Beschreibung werden nur Faktoren berücksichtigt, die für die Schweiz relevant sind.

Gefahrenquelle – Tektonik

Zeitpunkt – Jahreszeit (z. B. Ferienzeit)

Ort / Ausdehnung – Verbreitung der Asche und des Staubs durch Wind
– Grösse und Dichte der Aschewolke

Ereignisablauf – Vorhersagbarkeit des zeitlichen Auftretens und der Art und Intensität (Vorwarnzeiten, Zeitpunkt Verhaltensempfehlungen)
– Eruptionsintensität
– Auftreten grosser Staub- und Aschewolken, die sich über Europa ausbreiten können
– Vorbereitung und Reaktion der verantwortlichen Behörden und Ereignisdienste, vor allem auf die Versorgung gestrandeter Passagiere an Flughäfen
– Verhalten betroffener Organisationen, Einsatzkräfte und verantwortlicher Behörden
– Verunsicherung aufgrund möglicher Atemwegserkrankungen → Einfluss auf Gesundheitswesen (Anfragen, Maskenkauf etc.)



Intensitäten von Szenarien

Abhängig von den Einflussfaktoren können sich verschiedene Ereignisse mit verschiedenen Intensitäten entwickeln. Die unten aufgeführten Szenarien stellen eine Auswahl von vielen möglichen Abläufen dar und sind keine Vorhersage. Mit diesen Szenarien werden mögliche Auswirkungen antizipiert, um sich auf die Gefährdung vorzubereiten.

1 – erheblich

- Vulkanausbruch der Stärke 4 VEI in Europa
- Ausfall des Flugverkehrs bzw. erhebliche Einschränkungen im Flugverkehr durch Asche- und Staubwolken über Europa während eines Tages
- Der Luftraum wird nicht geschlossen, jedoch werden Flüge aufgrund möglicher Schäden am Flugzeug annulliert oder umgeleitet.
- Der Flugverkehr verläuft erst nach zwei Wochen wieder uneingeschränkt.

2 – gross

- Vulkanausbruch der Stärke 6 VEI in Europa
- Aschewolken steigen bis zu 40 Kilometer hoch auf.
- Der Luftraum des betroffenen Landes und der angrenzenden Staaten muss aufgrund hoher Aschekonzentration während insgesamt acht Tagen geschlossen werden.
- In den übrigen europäischen Staaten wird der Luftraum nicht geschlossen, jedoch werden Flüge aufgrund möglicher Schäden am Flugzeug annulliert oder umgeleitet.
- Der Flugverkehr verläuft nach drei Wochen wieder normal.
- Weltweite Temperaturabnahme in den folgenden zwei bis drei Jahren im Mittel zwischen 0,5 und 0,7 °C

3 – extrem

- Vulkanausbruch der Stärke 7 VEI in Europa
- Im Umkreis von bis zu 600 Kilometern ist der Himmel fast zwei Tage lang völlig verdunkelt. Flutwellen an den Küsten.
- Der Luftraum des betroffenen Landes und mehrerer angrenzender Staaten muss aufgrund hoher Aschekonzentration 16 Tage geschlossen werden.
- In den übrigen europäischen Ländern wird der Luftraum nicht geschlossen, jedoch werden viele Flüge aufgrund möglicher Schäden annulliert oder umgeleitet.
- Der Flugverkehr verläuft nach mehreren Wochen wieder normal.
- Weltweite Temperaturabnahme in den folgenden zwei bis drei Jahren im Mittel um rund 1 °C. Es folgt ein «Jahr ohne Sommer».



Szenario

Das nachfolgende Szenario basiert auf der Intensitätsstufe «gross».

Ausgangslage / Vorphase Ein Vulkan in Island zeigt bereits seit einigen Monaten eine erhöhte seismische Aktivität. Im Frühjahr werden Bodenerhebungen und erhöhte Temperaturen gemessen, was das Isländische Büro/Department für Meteorologie dazu veranlasst, erste Warnungen hinsichtlich einer wahrscheinlichen imminenten Eruption auszusprechen.

Ereignisphase Am nächsten Morgen explodiert der Vulkan mit der Stärke 6 VEI. Es öffnet sich eine Spalte im Vulkankrater, aus der eine bis zu 40 Kilometer hohe Aschewolke während mehrerer Tage herausquillt. In der Umgebung sind Todesopfer und Verletzte zu beklagen. Es entstehen grosse Sachschäden.

Die Aschewolke verbreitet sich aufgrund vorherrschender Westwinde nach Osten. Teile des Luftraums der nordischen Staaten müssen umgehend geschlossen werden. Innerhalb eines Tages hängt ein trockener Nebel in der Luft, der in Island wie auch östlich von Island auf dem nordischen Festland zu einer Beeinträchtigung der Sicht und bei Teilen der Bevölkerung zu Atembeschwerden und gereizten Augen führt. Zudem schränkt eine Bimssteinschicht die Schifffahrt in den Gewässern um Island ein.

Die Windlage begünstigt die weitere Verbreitung der Aschewolke über Nord- und Mitteleuropa. Aschepartikel sind auch in der Schweiz messbar, jedoch im Vergleich zu Island selbst oder zu den nordischen Staaten in einer so tiefen Konzentration, dass sie für die Gesundheit von Menschen und Tieren unbedenklich sind.

Das Volcanic Ash Advisory Center (VAAC) veröffentlicht laufend neue Messresultate der Aschekonzentration im europäischen Luftraum, wobei es zwischen tiefer (bis $2 \times 10^{-3} \text{ g/m}^3$ Asche), mittlerer ($2\text{--}4 \times 10^{-3} \text{ g/m}^3$ Asche) und hoher (mehr als $4 \times 10^{-3} \text{ g/m}^3$ Asche) Konzentration unterscheidet. Der Luftraum des betroffenen Landes sowie der Nachbarstaaten wird für 8 Tage geschlossen. Die meisten europäischen Luftfahrtbehörden erachten es nicht als erforderlich, den Flugverkehr komplett zu verbieten. Aufgrund möglicher Sicherheitsrisiken für Flugzeuge, die durch Luftraum mit mittlerer oder hoher Aschekonzentration fliegen müssen, annullieren dennoch diverse Fluggesellschaften, darunter auch Schweizer Airlines, zahlreiche Flüge. Europaweit reduziert sich der Flugverkehr innert zwei Tagen um 50 %, das heisst, es fallen um die 15 000 Flüge pro Tag aus.

Hunderttausende Flugpassagiere stranden in der Folge in Europas Flughäfen und sind dort notdürftig zu versorgen. Dies betrifft auch Schweizer Touristen und Geschäftsleute, die nicht wie geplant in die Schweiz zurückkehren können.

Auch in den Schweizer Flughäfen, besonders in Zürich, sind Tausende Reisende zum Teil über mehrere Tage zu versorgen. Dies stellt vor allem für die Flughafenbetreiber eine grosse Herausforderung dar. Sie erhalten Unterstützung von den verantwortlichen zivilen Krisenorganisationen des zuständigen Kantons. Diese bieten unter anderem den Zivilschutz für Betreuungsaufgaben auf.

Der Flugverkehr verläuft erst nach über drei Wochen wieder planmässig.



Regenerationsphase Nach rund zwei Monaten hat sich die Aschewolke über Island und dem europäischen Festland aufgrund Verwehung und Ausregnung komplett aufgelöst. Global ist in den kommenden zwei bis drei Jahren mit Mindererträgen in der Landwirtschaft zu rechnen, da aufgrund Asche und Staubverteilung (SO₂) in der Stratosphäre mehr Sonnenenergie reflektiert und die mittlere globale Temperatur in der Folge um 0,5 bis 0,7 °C zurückgeht.

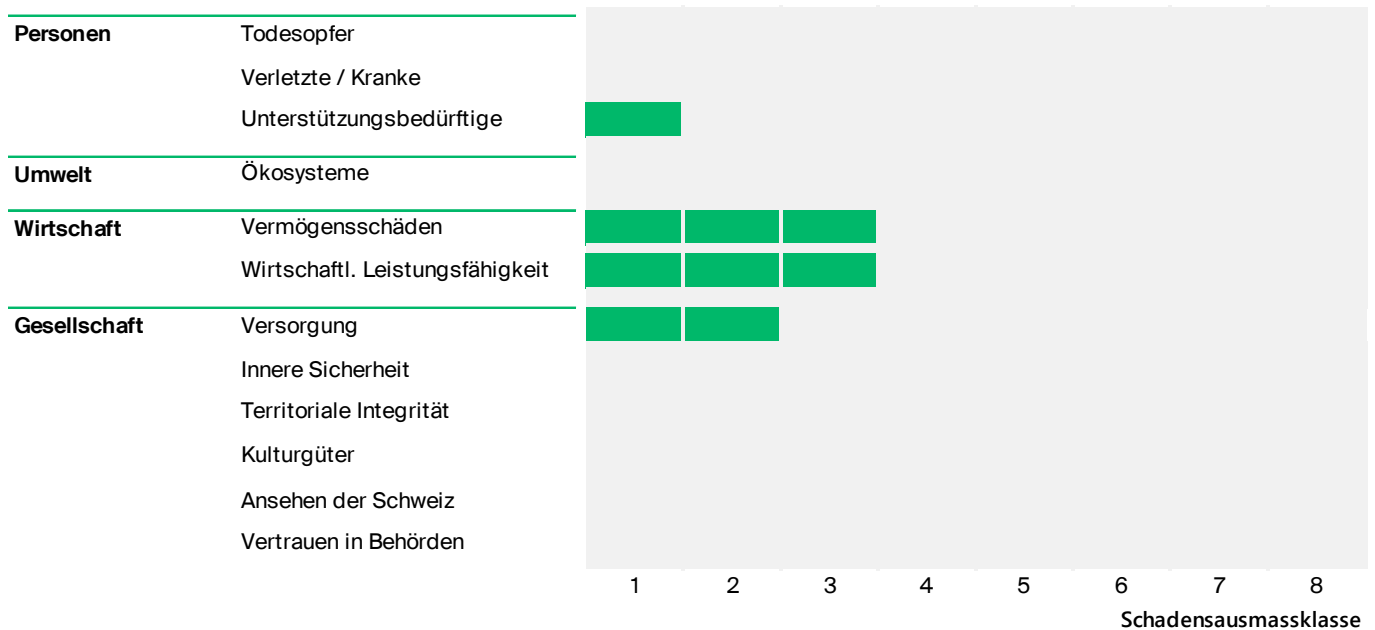
Zeitlicher Verlauf Die Auswirkungen sind vor allem in den ersten Tagen nach Ausbruch des Vulkans spürbar. In den folgenden Wochen normalisiert sich die Lage. Nach rund zwei Monaten löst sich die Aschewolke auf. Der globale Temperaturrückgang aufgrund der Asche- und Staubverteilung ist noch 1 bis 3 Jahre messbar.

Räumliche Ausdehnung Die Aschewolke beschränkt sich anfangs auf die skandinavischen Länder und breitet sich im Verlauf des Ereignisses über ganz Europa aus. Nach der Auflösung der Aschewolke verbleiben Asche und Staub in der Stratosphäre und verteilen sich global.



Auswirkungen

Um die Auswirkungen eines Szenarios abzuschätzen, werden zwölf Schadensindikatoren aus vier Schadensbereichen untersucht. Das erwartete Schadensausmass des beschriebenen Szenarios ist im Diagramm zusammengefasst und im nachfolgenden Text erläutert. Pro Ausmassklasse nimmt der Schaden um den Faktor drei zu.



Personen

Aufgrund ihrer Distanz zum Vulkanausbruchherd ist die Schweiz höchstens von leicht grenzwertüberschreitenden Konzentrationen betroffen. Einzelne Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen oder Asthma haben etwas stärkere Atemschwierigkeiten.

An den Schweizer Flughäfen gilt es gestrandete Passagiere aus der ganzen Welt zu betreuen. Zu Beginn können die Flughafenbetreiber deren Versorgung mit eigenen Mitteln sicherstellen. Mit der Zeit sind sie jedoch auf die Unterstützung der zuständigen zivilen Führungsorgane angewiesen, die auch die Koordination der Betreuung übernehmen. Der Zivilschutz kommt primär mit Betreuungszügen zum Einsatz. Die Betroffenen erhalten vor allem Feldbetten und Decken, zudem erhalten sie kostenlose Verpflegung.

Es müssen mehrere Tausend Personen für wenige Tage betreut werden.

Umwelt

Infolge der Eruption gelangt Vulkanasche auch in die Schweiz. Die Schicht hat eine Dicke von 0,5 bis 1 mm. Schäden an Schweizer Ökosystemen sind dadurch nicht zu erwarten.



Wirtschaft

Die Aschewolke stört den Flugverkehr in weiten Teilen Europas mehrere Tage. Mehr als 100 000 Flüge fallen aus, davon mehrere Tausend mit Abflug oder Landung in der Schweiz. Dadurch entsteht ein hoher direkter wirtschaftlicher Schaden. Die Airlines versuchen – soweit möglich – alternative Flugverbindungen abseits der Aschewolke anzubieten. Dies ist allerdings nur beschränkt möglich und führt zudem zu Mehrkosten.

Weitere wirtschaftliche und finanzielle Schäden – auch in der Schweiz – entstehen, weil im betroffenen Luftraum auch Frachtgut zunächst gar nicht oder nur sehr verzögert zugestellt werden kann. Verderbliche Waren wie frische Nahrungsmittel oder Blumen können ebenfalls nicht transportiert werden.

Über den gesamten Zeitraum können aufgrund der Flugausfälle mehrere Tausend Touristen nicht wie geplant ihre Ferien in der Schweiz antreten. Dies führt zu Einbussen bei Schweizer Hotels, Restaurants, Reiseveranstaltern etc.

Produktionsbetriebe in der Schweiz erhalten wichtige Ersatzteile oder Geräte nicht wie geplant; dies führt zu Produktionseinschränkungen oder -ausfällen. Teilweise müssen solche Produkte – wenn überhaupt möglich – über alternative Transportrouten auf dem Landweg organisiert werden, was wiederum zu Mehrkosten führt.

Insgesamt führt das Ereignis zu einem direkten wirtschaftlichen Schaden von 500 Mio. CHF und einem indirekten Schaden von 500 Mio. CHF.

Gesellschaft

Die Versorgung der Schweizer Bevölkerung mit Gütern des Alltags funktioniert weitgehend. Wenige Ausnahmen gibt es im Bereich des Gesundheitswesens, da gewisse Medikamente oder medizinisches Material, nicht pünktlich geliefert werden können.

Die hohe Anzahl gestrichener Flüge und gestrandeter Personen an den Flughäfen führt teilweise zu deutlichen Einschränkungen des Flughafenbetriebs und zu einer ausserordentlichen Belastung bei den Airlines. Chaotische Zustände sind dennoch nicht zu erwarten. Gestrandete Passagiere aus den Nachbarländern oder dem näheren europäischen Ausland versuchen zum Teil, sich selbstständig zu organisieren und auf dem Landweg nach Hause zu kommen.

Auf die innere Sicherheit der Schweiz hat das Ereignis keine Auswirkungen.

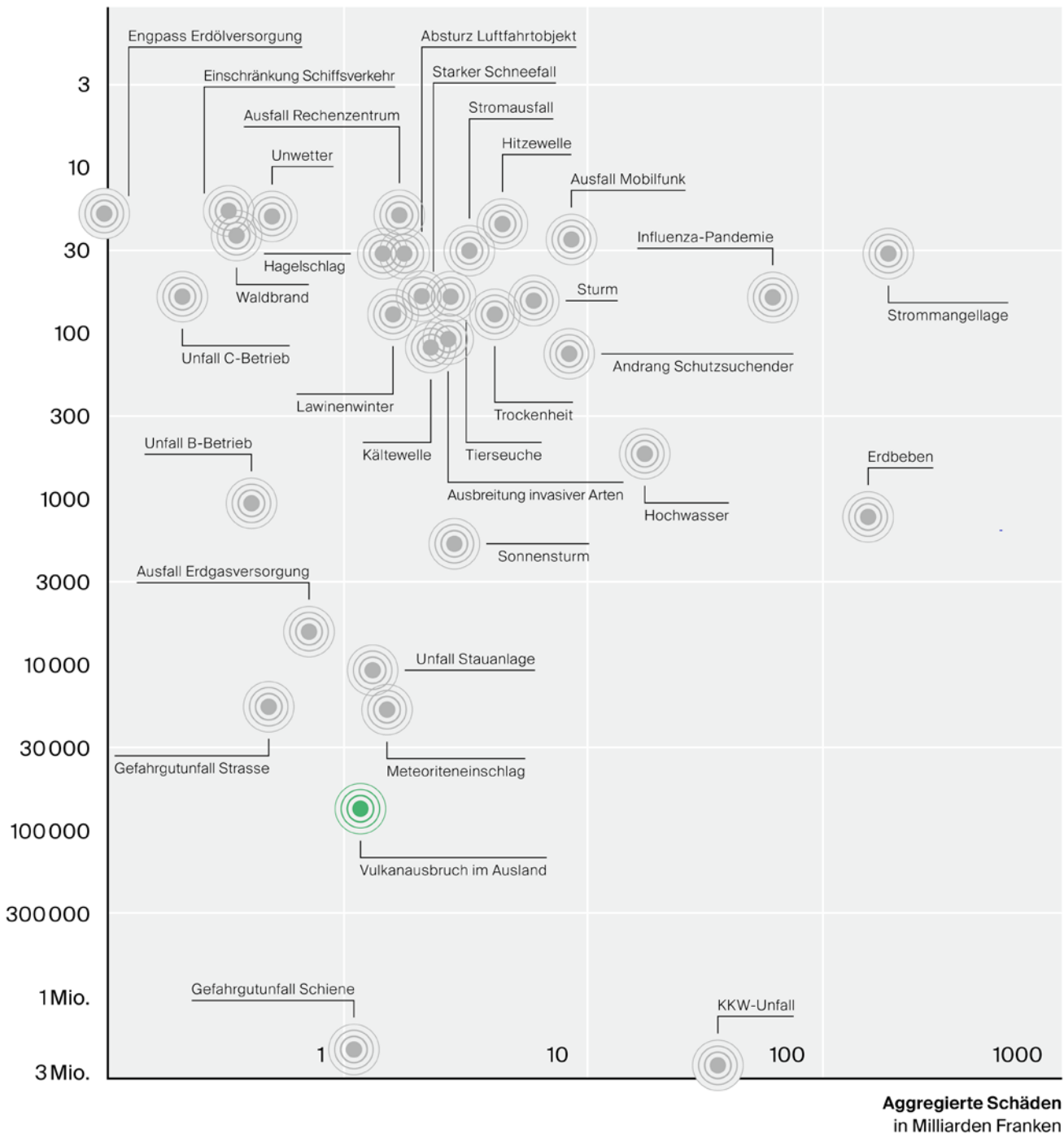
Bei im Ausland gestrandeten Schweizern entsteht zum Teil Unmut, da aus ihrer Sicht das Aussendepartement zu wenig unternimmt, um sie auf alternativen Routen zurück in die Schweiz zu holen. Von einem generellen Vertrauensverlust in die Schweizer Behörden kann aber nicht gesprochen werden.



Risiko

Das Risiko des beschriebenen Szenarios ist zusammen mit den anderen analysierten Szenarien in einer Risikomatrix dargestellt. In der Risikomatrix ist die Eintrittswahrscheinlichkeit als Häufigkeit (1-mal in x Jahren) auf der y-Achse (logarithmische Skala) und das Schadensausmass aggregiert und monetarisiert in CHF auf der x-Achse (ebenfalls logarithmische Skala) eingetragen. Das Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmass stellt das Risiko eines Szenarios dar. Je weiter rechts und oben in der Matrix ein Szenario liegt, desto grösser ist dessen Risiko.

Häufigkeit
einmal in x Jahren





Rechtliche Grundlagen

- Verfassung
- Art. 57 (Sicherheit), Art. 102 (Landesversorgung) und Art. 118 (Schutz der Gesundheit) der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999; SR 101.
-
- Gesetz
- Bundesgesetz über den Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz (Bevölkerungs- und Zivilschutzgesetz, BZG) vom 20. Dezember 2019; SR 520.1.
 - Bundesgesetz über die wirtschaftliche Landesversorgung (Landesversorgungsgesetz, LVG) vom 17. Juni 2016; SR 531.
 - Bundesgesetz über die Luftfahrt (Luftfahrtgesetz, LFG) vom 21. Dezember 1948; SR 748.0.
-
- Verordnung
- Verordnung über den Bundesstab Bevölkerungsschutz (VBSTB) vom 2. März 2018; SR 520.17.
 - Verordnung über die Nationale Alarmzentrale (VNAZ) vom 17. Oktober 2007; SR 520.18.
 - Verordnung über die wirtschaftliche Landesversorgung (VWLV) vom 10. Mai 2017; SR 531.11.
 - Verordnung über die Luftfahrt (Luftfahrtverordnung, LFV) vom 14. November 1973; SR 748.01.



Weiterführende Informationen

Zur Gefährdung

- European Union Aviation Safety Agency (EASA) (2015): Safety Information Bulletin. SIB No.: 2010-17R7. Flight in Airspace with Contamination of Volcanic Ash. EASA.
 - Gudmundsson, Magnús T. / Högnadóttir, Thórdís / Magnússon, Eyjólfur: Öræfajökull volcano: Eruption melting scenario. In: Pagneux, Emmanuel / Gudmundsson, Magnús T. u. a. (2015): Volcanogenic floods in Iceland. An Assessment of hazards and risks at Öræfajökull and on the Markarfljót outwash plain. Reykjavik.
 - International Civil Aviation Organization (ICAO) (2016): Volcanic Ash Contingency Plan. European and North Atlantic Regions. EUR Doc 19. ICAO.
 - Manyard, Bob / Mills, Inga / Exley, Karen (2010): Paper on the possible effects on health of exposure to volcanic ash and associated gases. UK Health Protection Agency.
 - Mercado, Remigio A. / Lacsamana, Jay B. T. u. a. (1999): Socioeconomic Impacts of the Mount Pinatubo Eruption. National Economic and Development Authority, Philippines.
 - Newhall, Christopher G. / Self, Steve (1982): The volcanic explosivity index (VEI). An estimate of explosive magnitude for historical volcanism. In: Journal of Geophysical Research 87. S. 1231–1238.
 - Parker, D. / Wilson, H u. a. (1996): The Impact of Mount Pinatubo on World-Wide Temperatures. In: International Journal of Climatology 16 (5).
-

Zur nationalen Risikoanalyse

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2020): Bericht zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. BABS, Bern
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2020): Methode zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. Version 2.0. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2020): Welche Risiken gefährden die Schweiz? Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2019): Katalog der Gefährdungen. Katastrophen und Notlagen Schweiz. 2. Auflage. BABS, Bern.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Guisanplatz 1B
 CH-3003 Bern
 risk-ch@babs.admin.ch
 www.bevoelkerungsschutz.ch
 www.risk-ch.ch