



Gefahrgutunfall Schiene



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

Definition

Gefahrgüter sind Stoffe, die eine gefährliche Eigenschaft für Mensch, Tier und Umwelt haben können.

Gefahrgutunfälle sind Ereignisse, die sich beim Verladen, Befördern, Rangieren, Entladen oder während eines transportbedingten Aufenthaltes ereignen können.

Dieses Gefährdungsdossier behandelt einen Unfall mit gefährlichen Gütern beim Transport auf der Schiene.

November 2020





Ereignisbeispiele

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

Juli 2013
Lac-Mégantic/Quebec
(Kanada)
Explosion Rohöl-
Kesselwagen

Der Eisenbahnunfall ereignete sich in der Kleinstadt Lac-Mégantic in der kanadischen Provinz Quebec am 6. Juli 2013 gegen 1.15 Uhr. Der Zug transportierte in 72 Kesselwagen Rohöl. Aufgrund eines Bremsversagens entgleisten in einer scharfen Kurve 63 Kesselwagen. Das aus den beschädigten Kesselwagen auslaufende Rohöl geriet teilweise explosionsartig in Brand, wobei mindestens 47 Menschen starben und mehr als 30 Gebäude zerstört wurden. 2000 Bewohner wurden vorübergehend evakuiert. Nachdem etwa 100 000 Liter Rohöl in den Rivière Chaudière geflossen waren, drohte eine Ölpest. Die Kosten für die Beseitigung der Schäden auf der 2 km² grossen Fläche beliefen sich auf 8 Mio. Kanadische Dollar.

Juni 2009
Viareggio
(Italien)
Explosion Butan-
Kesselwagen

Bei der Einfahrt in den Bahnhof von Viareggio entgleiste ein Güterzug mit 14 Flüssiggas-Kesselwagen in Folge eines Achsenbruchs. Dabei wurde ein gekippter Kesselwagen aufgeschlitzt und dessen gesamter Inhalt an Flüssiggas in kurzer Zeit freigesetzt. Ein Teil der Gaswolke explodierte. Das Feuer breitete sich auf der Strasse aus und setzte mehrere Häuser in Brand. Durch die Wucht der Explosion wurden im Umkreis von 300 m Schäden angerichtet, mehrere benachbarte Wohnhäuser stürzten ein. Das Ereignis forderte 32 Todesopfer und 27 Verletzte. Etwa 1000 Personen wurden evakuiert.

März 1994
Affoltern
(Schweiz)
Brand Benzin-
Kesselwagen

Bei einem Güterzug mit 20 Kesselwagen mit Benzin und Superbenzin trat kurz vor dem Bahnhof Zürich-Affoltern ein technischer Defekt auf, der zur Entgleisung des siebten Wagens führte. Dieser durchbrach eine direkt neben den Gleisen gebaute Betonmauer und kippte um. Dabei rammte er auch einen der Betonmasten der Hochspannungsleitung, der daraufhin umstürzte. Der Wagen schlug dabei leck. Durch Funkenschlag der gerissenen Hochspannungsleitung entzündete sich das freigesetzte Benzin sofort. Es kam zu mehreren Explosionen. Aus drei weiteren Kesselwagen trat nun ebenfalls Benzin aus. Ein Teil davon floss in die Kanalisation, explodierte dort einige Minuten später und schleuderte Dutzende Kanaldeckel in die Luft. Es brannten drei Wohnhäuser nieder, ein viertes wurde beschädigt. 23 Menschen verloren ihr Haus bzw. ihre Wohnung.



Einflussfaktoren

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

Gefahrenquelle	<ul style="list-style-type: none"> – Gefahrguteigenschaften: chemisch (brennbar, explosiv, toxisch, umweltgefährdend), physikalisch (Aggregatzustand) etc. – Transportmerkmale: Lademenge, Transportbehältnis / Gebindeart und Transportart – Mögliche Interaktionen zwischen verschiedenen Gefahrgütern auf demselben Zug
----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Zeitpunkt	<ul style="list-style-type: none"> – Tageszeit (Tag, Nacht) – Wochentag (Werktag, Wochenende, Feiertag) – Meteorologische Bedingungen (Temperatur, Sonnenschein, Windstärke und Windrichtung, Regen etc.)
-----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ort / Ausdehnung	<ul style="list-style-type: none"> – Merkmale des betroffenen Gebiets (z. B. Bevölkerungs- und Bebauungsdichte, Exposition von Sachwerten, Vorhandensein stark frequentierter Bereiche wie Schulen oder Einkaufszentren, Vorkommen von Risikobetrieben, Vorkommen verletzbarer Ökosysteme wie oberirdische/unterirdische Gewässer usw.) – Topografie des betroffenen Gebiets (Gefahrgutausbreitung, Selbst- oder Fremdrettungsmöglichkeiten, Zugänglichkeit für schwere Einsatzmittel usw.) – Besonderheit: Ereignisse in Bahntunneln
------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ereignisablauf	<ul style="list-style-type: none"> – Ausbreitung: <ul style="list-style-type: none"> – Freisetzungsmenge – Aggregatzustand der Gefahrgüter – Freisetzungsort (spontan oder kontinuierlich [Grösse der Lecks], Dauer der Freisetzung) – meteorologische Bedingungen (Temperatur, Sonnenschein, Windstärke und Windrichtung, Regen, etc.) – Gefahrgutwirkung: <ul style="list-style-type: none"> – Zeitpunkt der Zündung bei brennbaren Gütern (keine, verzögert oder sofort) – Sekundärwirkungen (z. B. Eindringen in Kanalisation, Bildung explosiver Dämpfe oder Gase, Trümmerwurf) – Schutzwirkung der Bebauung – Fluchtmöglichkeiten – Verhalten der Betroffenen – Verhalten / Reaktionen der Bevölkerung, der Einsatzkräfte und der Behörden
----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



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 | <ul style="list-style-type: none">– Freisetzung grösserer Mengen Gefahrgut mit eher kleinräumiger Wirkdistanz (z. B. Freisetzung Mineralölprodukte)– Freisetzung in wenig besiedeltem Gebiet– Lokale Kontamination der Umwelt– Nachfolgende Explosionen und Brände– Dauer (Ereignis- und Regenerationsphase): einige Tage |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
-
- | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 – gross | <ul style="list-style-type: none">– Freisetzung grosser Mengen Gefahrgut mit geringer bis mittlerer Wirkdistanz (z. B. Freisetzung brennbarer bzw. giftiger Stoffe wie Propan, Ammoniak, Chlor)– Freisetzung in besiedeltem Gebiet– Lokale Kontamination der Umwelt– Nachfolgende Explosionen und Brände– Dauer (Ereignis- und Regenerationsphase): ein bis zwei Wochen |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
-
- | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 – extrem | <ul style="list-style-type: none">– Freisetzung sehr grosser Mengen Gefahrgut mit mittlerer bis grosser Wirkdistanz (z. B. brennbare oder giftiger Gase oder Explosivstoffe wie Propan, Chlorgas)– Freisetzung in dicht besiedeltem Gebiet und/oder in der Nähe von Publikumsanlagen (z. B. Grossbahnhof, Einkaufszentrum, Stadion), allenfalls Wirkung auf einen stark besetzten Reisezug, der zufällig den Gefahrgutwirkungen ausgesetzt ist– Erhebliche Kontamination der Umwelt (Boden, Grund- und Seewasser, Luft)– Nachfolgende Explosionen und Brände– Dauer (Ereignis- und Regenerationsphase): mehrere Wochen |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Szenario

Das nachfolgende Szenario basiert auf der Intensitätsstufe «gross».

Ausgangslage / Vorphase	In einer Spätherbstnacht passiert ein Güterzug mit gefährlichen Gütern den Bahnhof einer mittelgrossen Schweizer Stadt.
----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ereignisphase	<p>Aufgrund eines Defekts an einer älteren Weiche entgleist der Zug kurz vor dem Bahnhof. Einzelne Wagen kippen um und ein Chlorgas-Kesselwagen schlägt dabei leck. Das darin enthaltene druckverflüssigte Gas wird innerhalb von etwa zehn Minuten in die Atmosphäre freigesetzt. In der Folge breitet sich die giftige und ätzende Wolke über die in Windrichtung gelegenen Stadtquartiere aus.</p> <p>Kurz nach dem Unfall gehen zahlreiche Notrufe bei Polizei und Feuerwehr ein. Nach wenigen Minuten erreichen die ersten Polizei-, Rettungs- und Feuerwehrwagen den Unfallort. Da es sich um einen Gefahrguttransport handelt, werden zusätzlich die zuständige Chemiewehr sowie Chemiefachberater beigezogen.</p> <p>Für die Ersteinsatzkräfte stellt das Ereignis eine grosse Herausforderung dar. Aufgrund der gefährlichen Situation vor Ort ist eine Intervention unmittelbar nach dem Unfall nicht möglich. Erst nach Eintreffen der Chemiewehr kann die Lage ausgiebiger erkundet werden.</p> <p>Die Bevölkerung wird alarmiert und aufgefordert, ihre Häuser nicht zu verlassen und sich in höher gelegene Teile der Gebäude zurückzuziehen. Parallel dazu beginnen die Einsatzkräfte mit der weiträumigen Absperrung des Gefahrenraumes mit einer Sicherheitszone. Zusätzlich werden Einsatzkräfte aus benachbarten Gemeinden und Kantonen aufgeboten.</p> <p>Die Chlorgaswolke bewegt sich langsam durch den städtischen Bereich, ihre Konzentration nimmt dabei stetig ab. Nach einigen Stunden hat sich die Chlorgaskonzentration so stark reduziert, dass davon für Menschen keine massgebliche Gefährdung mehr ausgeht.</p> <p>Da nicht alle Einsatzkräfte mit Atemschutzgeräten ausgerüstet sind, kann die Versorgung verletzter Personen erst voll anlaufen, nachdem die Chlorgaskonzentration unter ein kritisches Mass gesunken ist. Die Rettungsdienste triagieren Personen mit Gesundheitsbeschwerden und bringen Schwerverletzte in die vorab informierten Spitäler. Aus Kapazitätsgründen muss ein Teil der Verletzten in weit entfernte Spitäler transportiert werden.</p> <p>Innerhalb einiger Stunden hat sich die Chlorgaswolke soweit verflüchtigt, dass die Absperrung des Schadensgebietes aufgehoben werden kann. Die Feuerwehr hat den Brand inzwischen unter Kontrolle. Die betroffene Bevölkerung kann ihre Häuser wieder verlassen. Wenige Stunden später sind alle Verletzten versorgt, die spitalmedizinische Betreuung benötigen.</p> <p>Care-Teams unterstützen die Angehörigen, Verletzten und Einsatzkräfte.</p>
---------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Regenerationsphase Der Bahnverkehr ist während einiger Tage eingeschränkt, bis der Schadensplatz geräumt ist.

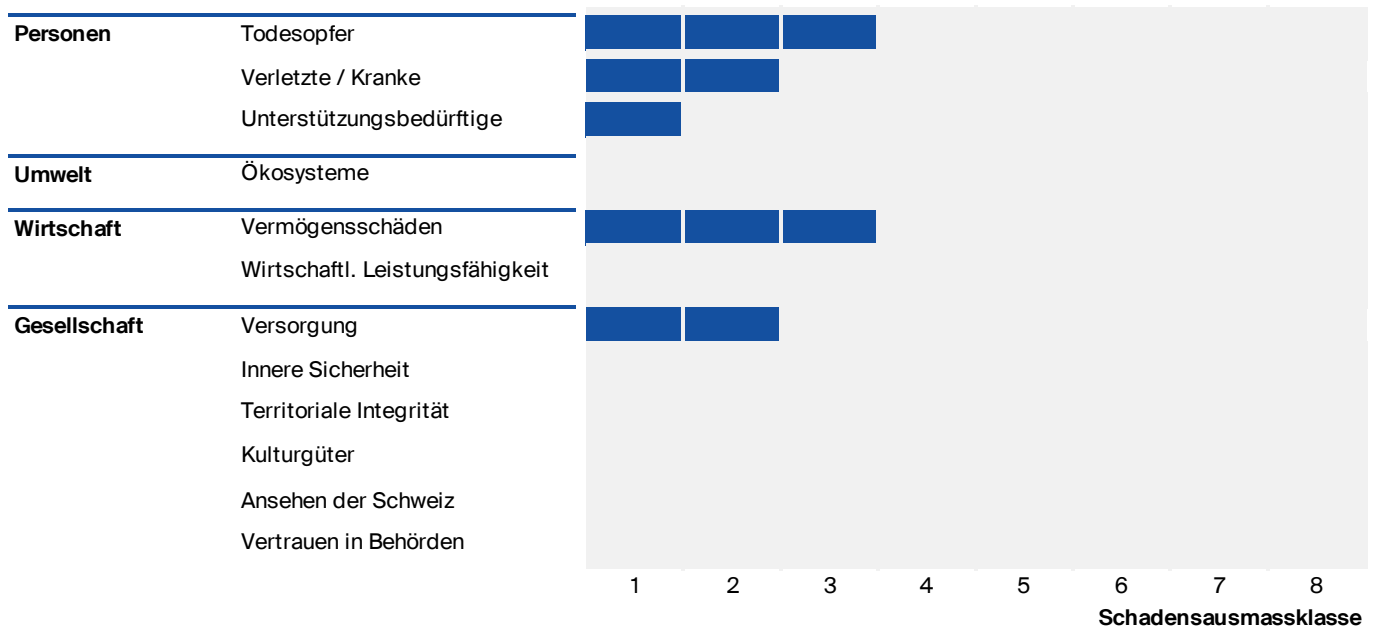
Zeitlicher Verlauf Die Ereignisphase dauert rund einen halben Tag, die Regenerationsphase etwa eine Woche.

Räumliche Ausdehnung Personen im Freien sind in Windrichtung bis zu einer Distanz von etwa 2 km von der Unglücksstelle gefährdet.



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

Da das Ereignis in der Nacht stattfindet, sind viele Bewohner des angrenzenden Wohnquartiers zu Hause. Nur wenige Personen halten sich im Freien auf; diese sind am meisten gefährdet, da die aufgenommene Gasdosis bereits nach wenigen Atemzügen letale Werte erreichen kann. Personen in geschlossenen Gebäuden sind besser geschützt. Aufgrund des Schwergasverhaltens von Chlor sind Personen in erhöhter Lage weniger gefährdet.

Insgesamt sind bis zu 15 000 Personen vom Ereignis betroffen.

Das Unglück fordert unter den Anwohnern und der anwesenden Arbeitsbevölkerung Tote und Verletzte. Zahlreiche verletzte Personen entfernen sich aus dem Gefahrenbereich und melden sich erst nach einiger Zeit bei Einsatzkräften oder Ärzten.

Eine besondere Herausforderung ist die Versorgung der zahlreichen Personen mit schweren Lungenödemen (infolge Verätzung durch Chlor).

Insgesamt sind durch den Unfall etwa 100 Todesopfer zu verzeichnen. Zudem müssen etwa 1000 Verletzte mit teilweise massiven Reizerscheinungen notfallmedizinisch versorgt werden.

Umwelt

Es treten keine nachhaltigen Umweltschäden auf.



Wirtschaft

Die aus dem Ereignis resultierenden Vermögensschäden sind vor allem auf die gesellschaftlichen Kosten der Todesopfer und der Verletzten zurückzuführen. Zudem gibt es erheblichen Schaden am Güterzug bzw. am betroffenen Gleisabschnitt sowie an Anlagen, die durch die korrosive Wirkung des Chlors beschädigt wurden.

Entsorgungs- und Bewältigungskosten belaufen sich auf einen vergleichsweise kleinen Betrag, obwohl ein hoher Personalaufwand erforderlich ist.

Eine Dekontamination des Abwindgebietes ist nicht notwendig.

Die gesamten Bewältigungskosten und Vermögensschäden werden auf ca. 260 Mio. CHF geschätzt.

Gesellschaft

Die Spitäler in der Region sind für einen Massenanfall an Patienten mit Atemwegsverletzungen und Verätzungen durch Chlorgas nicht ausreichend gerüstet. Eine Verteilung der Verletzten auf viele Spitäler im In- und Ausland ist erforderlich und auch möglich. Ein medizinischer Engpass kann daher verhindert werden.

Kurzfristig treten massive Störungen im Bahnverkehr auf. Da sich das Unglück am Abend ereignet, sind verhältnismässig wenige Personen davon betroffen. Die Situation hat sich bis am nächsten Morgen weitgehend normalisiert. Leichte Einschränkungen im Bahnverkehr bleiben während weniger Tage bestehen, bis der Schadensplatz geräumt ist.

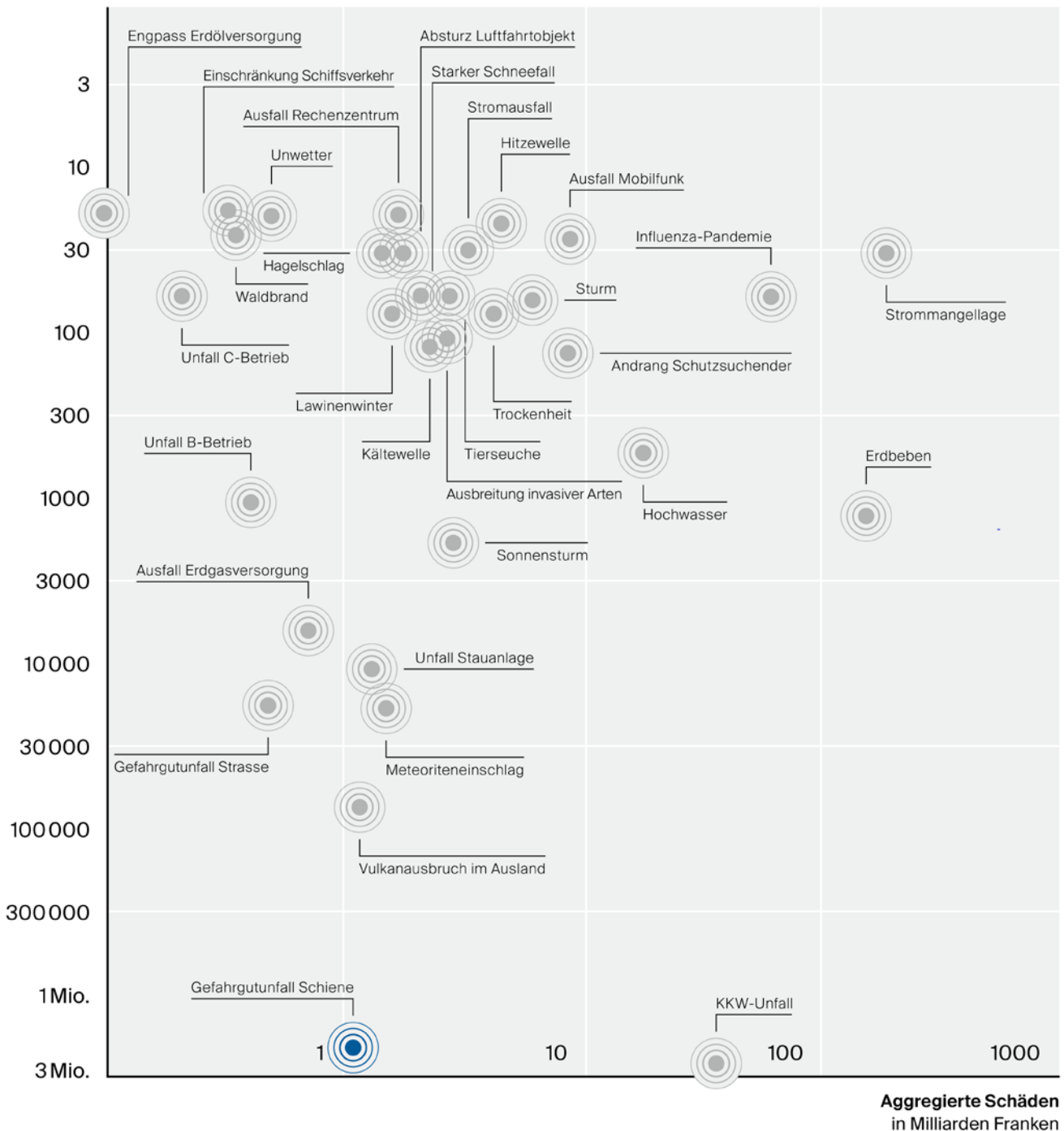
Das Ereignis bewirkt eine kurzzeitig erhöhte Aufmerksamkeit und Diskussion in der Öffentlichkeit über die Sicherheit von Gefahrguttransporten auf der Schiene. Mittel- und längerfristig hat der Unfall keine relevanten Auswirkungen auf das Vertrauen der Gesellschaft in den Staat und seine Institutionen. Der Unfall verschärft aber die politische Diskussion über die Akzeptanz von Gefahrguttransporten.



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
- Artikel 74 (Umweltschutz), Artikel 84 (Alpenquerender Transitverkehr) und Artikel 87 (Eisenbahnen und weitere Verkehrsträger) der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999; SR 101.
-
- Gesetz
- Eisenbahngesetz (EBG) vom 20. Dezember 1957; SR 742.101.
 - Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983; SR 814.01.
 - Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991; SR 814.20.
-
- Verordnung
- Verordnung über den Bundesstab Bevölkerungsschutz (VBSTB) vom 2. März 2018; SR 520.17.
 - Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Eisenbahnen und Seilbahnen (RSD) vom 31. Oktober 2012; SR 742.412.
 - Verordnung über den Schutz von Störfällen (Störfallverordnung, StFV) vom 27. Februar 1991; SR 814.012.
 - Verordnung über das Inverkehrbringen und die Marktüberwachung von Gefahrgutumschliessungen (Gefahrgutumschliessungsverordnung, GGUV) vom 31. Oktober 2012; SR 930.111.4.



Weiterführende Informationen

- Zur Gefährdung
- Bundesamt für Umwelt (BAFU), SBB, Scienceindustries u. a. (2016): Gemeinsame Erklärung II über die Reduktion der Risiken für die Bevölkerung infolge des Transports von Chlor in Kesselwagen.
 - Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2018): Handbuch zur Störfallverordnung (StFV). Allgemeiner Teil und Übersicht über alle Module.
 - Bundesamt für Verkehr (BAV) (2015): Risiken für die Bevölkerung beim Transport gefährlicher Güter auf der Bahn. Methodik & Datenaufbereitung Screening Personenrisiken 2014.
 - Bundesamt für Verkehr (BAV) (2015): Risiken beim Transport gefährlicher Güter mit der Bahn. Methodik zum netzweiten Screening der Umweltrisiken 2014.
 - Feuerwehrkoordination Schweiz (FKS) (2014): Handbuch für ABC-Einsätze.
 - Internationales Eisenbahntransportkomitee (CIT) (2006): Ordnung für internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID).
-

- 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