



**Kanton Zürich  
Kantonale Führungsorganisation**

# **Risiko- management Bevölkerungs- schutz 2021**

**Factsheets der Gefährdungen**



### **Auftraggeber**

Kanton Zürich  
Kantonale Führungsorganisation / KFO-Fachstab  
Vertreten durch:  
Kantonspolizei Zürich – Bevölkerungsschutzabteilung

Postfach  
8010 Zürich  
[kfo@kapo.zh.ch](mailto:kfo@kapo.zh.ch)  
[Risikomanagement | Kanton Zürich \(zh.ch\)](#)

Dominik Schwerzmann, Kantonspolizei Zürich  
Jürg Wuffli, Kantonspolizei Zürich  
Andreas Meyer, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

### **Projektteam**

EBP Schweiz AG  
Mühlebachstrasse 11  
8032 Zürich  
[www.ebp.ch](http://www.ebp.ch)

Inhalt:  
Lilian Blaser  
Tillmann Schulze  
Design:  
Noa Spörri  
Monika Rohner



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Natur</b>	<b>4</b>
	N1 Hitzewelle/Trockenheit	5
	N2 Hochwasser	10
	N3 Erdbeben	14
	N4 Unwetter	18
<b>2</b>	<b>Technik</b>	<b>22</b>
	T1 Ausfall Stromversorgung	23
	T2 Ausfall IKT	27
	T3 Flugzeugabsturz	30
	T4 Versagen Stauanlage	34
	T5 KKW-Unfall	37
	T6 Gefahrgutunfall Schiene	41
<b>3</b>	<b>Gesellschaft</b>	<b>45</b>
	G1 Pandemie	46
	G2 Cyber-Angriff	50
	G3 Terroranschlag	53
	G4 Tierseuche	58



# 1 Natur



N1 Hitzewelle/Trockenheit

5



N2 Hochwasser

10



N3 Erdbeben

14



N4 Unwetter

18

# N1 Hitzewelle/Trockenheit

## Definition und Hintergrund

Trockenheit oder Dürre bezeichnen im Wesentlichen den Mangel von Wasser für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung, für den täglichen Gebrauch als Trink- und Abwasser sowie für die wirtschaftliche Produktion (z. B. Energiewirtschaft). Eine Trockenheit kann ungeachtet der herrschenden Temperaturen eintreten und ist auch im Winter möglich. Häufig tritt Trockenheit jedoch in Kombination mit hohen Temperaturen oder gar Hitzewellen auf. Trockenheit erhöht zudem die Waldbrandgefahr.

Eine Hitzewelle besteht aus mehreren aufeinanderfolgenden, heissen bzw. schwülheissen, Tagen, an denen ein Hitzeschwellwert überschritten wird. Zur Bemessung dazu wird in der Schweiz der Hitzeindex (HI) verwendet. Dieser berücksichtigt sowohl die Temperatur als auch die Luftfeuchtigkeit. Gemäss MeteoSchweiz besteht eine erhebliche Gefahr (Gefährdungsstufe 3) ab einem HI von über 90 während mindestens drei Tagen, und eine grosse Gefahr (Gefährdungsstufe 4) ab einem HI von 93 während mindestens fünf Tagen.

In Zukunft ist aufgrund der prognostizierten Zunahme der Temperaturen in Kombination mit der Abnahme der Sommerniederschläge und Schneereserven tendenziell mit häufigeren Trockenheiten und Hitzewellen zu rechnen.

## Ereignisbeispiele

- 2018, Schweiz, Hitzesommer und Trockenperiode  
Der Sommer 2018 reiht sich nach den Sommern 2003 und 2015 als drittwärmster in die Messreihe ein. Im landesweiten Mittel lag die Sommertemperatur 2.0 °C über der Norm. Ab April waren unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen zu verzeichnen. Auf den trockenen Sommer folgten trockene Herbstmonate. Die Grundwasserstände sanken auf Werte, die vergleichbar mit den Zuständen im Jahr 2003 waren.
- 2015, Schweiz, Hitzesommer und Trockenperiode  
Der Sommer 2015 war mit einem gesamtschweizerisch gemittelten Wärmeüberschuss von 2.4 °C der zweitwärmste seit Messbeginn im Jahr 1864. Vom 1. bis zum 7. Juli erlebte die Schweiz mit durchschnittlichen Tagesmaximum-Temperaturen im Flachland der Alpennordseite von 33 bis 36 °C eine der extremsten Hitzewochen seit Messbeginn. Alle drei Sommermonate lieferten verbreitet unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen zwischen 60 und 80 %. Die Trockenheit führte zu Niedrigwasser in den Flüssen, teilweise brach die Wasserversorgung zusammen und die Armee musste Weidetiere mit Wasser versorgen. Die Auswirkungen des Hitzesommers waren bis im November 2015 spürbar. Aufgrund der tiefen Wasserstände in Stauanlagen bestand während längerer Zeit die Gefahr einer Strommangellage.
- 2011, Schweiz, Trockenperiode  
Trockenperiode in den ersten vier Monaten 2011 und im folgenden Herbst. Von Januar bis Anfang April 2011 wurden im gesamtschweizerischen Mittel nur rund 45 % der üblichen Niederschlagsmengen registriert. Auch im folgenden Herbst war die Trockenheit

- extrem. Einzelne Stromproduzenten registrierten in ihren Wasserkraftwerken einen Produktionsrückgang von rund 20 % gegenüber dem Durchschnitt der letzten zehn Jahre.
- 2003, Schweiz, Hitzesommer und Trockenperiode  
Eine ausserordentliche Trockenperiode prägte das Land von Februar bis November. Es gab mehrere Hitzewellen mit Temperaturen deutlich über 30 °C. Die durchschnittliche Sommertemperatur lag um 3.5 bis 5.5 °C über dem langjährigen Mittelwert. Der Sommer 2003 war der heisseste Sommer seit Messbeginn im Jahr 1864. Die Trockenheit führte zusammen mit der Hitze zu Wasserknappheit in kleinen und mittleren mittelländischen Fließgewässern. Am Bodensee verendeten 24 Tonnen Fische. Der am Bodensee verzeichnete Wasserstand war der tiefste seit 1866. Es wurde ein landwirtschaftlicher Schaden von ca. 500 Mio. CHF verursacht sowie eine deutlich erhöhte Zahl an Hitzetoten (ca. 1000 Todesfälle in der Schweiz) verzeichnet. Die extreme Trockenheit verursachte grosse Waldschäden durch Borkenkäferkalamitäten an der Fichte. Durch die Entwertung des Holzes, die vorzeitige Nutzung sowie den Preiszerfall durch das Holzüberangebot auf dem Markt entstand ein finanzieller Schaden in Höhe von rund 20 Mio. CHF im Jahr 2003. Weitere 30 Mio. CHF Folgeschäden entstanden in den Jahren 2004 bis 2007.

## Referenzszenario

Über sechs Monate fallen im Kanton Zürich flächendeckend kaum Niederschläge. In der Folge sinken sowohl die Pegelstände der Seen und Flüsse sowie der Spiegel vor allem von kleineren, isolierten Grundwasservorkommen. Quellen, bei denen das Wasser aus relativ oberflächennahen Schichten stammt, weisen einen signifikanten Rückgang der Quellschüttungen auf, teilweise sind Quellen komplett versiegt. Zahlreiche Fließgewässer im Kanton trocknen aus. Trotz Notabfischungen verenden einige Tonnen Fisch.

Die Landwirtschaft verzeichnet massive Ernteaufschläge. Die Trinkwasserversorgung ist zwar jederzeit sichergestellt, die Bevölkerung wird aber zum sparsamen Umgang mit Wasser aufgefordert. In wenigen Gemeinden sind ab Frühsommer die Autowäsche und die Bewässerung von Rasenflächen und Gärten verboten.

Aufgrund der Trockenheit steigt die Waldbrandgefahr. Es wird die Gefahrenstufe 5 (sehr grosse Waldbrandgefahr) erreicht und ein generelles Verbot erlassen, Feuer im Freien zu entfachen. Trotzdem kommt es zu mehreren Waldbränden auf dem Kantonsgebiet. Die Löscharbeiten gestalten sich aufgrund von fehlendem Löschwasser als schwierig. Die Auswirkungen der Trockenheit auf den Wald zeigen sich langfristig. Schädlings- und Krankheitsbefall setzen dem Wald zu. Zahlreiche Bäume sterben ab. Borkenkäferbefall und Sonnenbrand schwächen den Bestand weiter. Auch auf dem Holzmarkt sind die Folgen der Trockenheit infolge des Überangebots zu spüren. Dies führt dazu, dass viele Bäume nicht mehr kostendeckend genutzt werden können und somit im Wald stehen bleiben. Das Totholz im Wald verschärft das Waldbrandrisiko weiter.

Zusätzlich zur Trockenheit erreicht die Schweiz eine Hitzewelle. Das gesamte Schweizer Flachland sowie die Hügellagen sind betroffen. Über mehrere Tage herrschen Höchsttemperaturen von über 35 °C. Auch in der Nacht gibt es kaum Abkühlung. Mehrere Tropennächte in Folge mit Temperaturen über 20 °C werden gemessen. Die extreme Hitze folgt auf eine mehrwöchige Periode mit bereits relativ hohen Temperaturen von über 25 °C tagsüber. Während tagsüber böiger Wind herrscht, sind die Nächte meist windschwach.

Die Hitze hat Auswirkung auf Gesundheit und Wohlbefinden der Bevölkerung. Die Produktivität nimmt je nach Altersgruppe unterschiedlich ab. Für Säuglinge und ältere Menschen können die hohen Temperaturen lebensgefährlich sein (Dehydrierung und Hyperthermie).

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Das Szenario richtet sich nach dem Szenario gross der nationalen Gefährdungsanalyse.
- Es ist mit einer grösseren Zahl an Hitzetoten zu rechnen. Das AWEL schätzt die Anzahl von Hitzetoten in ihrer Studie zum Sommer 2019 auf 84. Die Auswirkungen des Referenzszenarios dürfen höher ausfallen. Zusätzlich sind mehrere hundert Personen auf Unterstützung angewiesen.
- Die Betreiber von Wasserkraftwerken verzeichnen Produktionseinbussen.
- Trotz Rückgang der Wasserressourcen gelingt es den Wasserversorgungen, die Bevölkerung weiterhin mit Trinkwasser zu versorgen. Vereinzelt Wasserversorgungen können nur noch eine reduzierte Menge Wasser zur Verfügung stellen.
- In der Landwirtschaft entstehen durch Produktionseinbussen erhebliche Schäden im ganzen Kanton.
- Die betroffenen Wälder und anderen Ökosysteme leiden unter der Trockenheit. Die zunehmende Trockenheitsbelastung wird den Wald verändern. In der Forstwirtschaft ist mit Produktionseinbussen zu rechnen. Auch die Bevölkerung muss Einschränkungen beispielsweise in Form von Waldsperrungen und des Feuerverbots hinnehmen.
- Der Kanton Zürich ist im Vergleich zum Tessin oder Wallis bis heute keinem besonderen Waldbrandrisiko ausgesetzt. Die Waldbrandgefahr im Kanton Zürich wird aufgrund des Klimawandels mit grosser Wahrscheinlichkeit ansteigen. Die Zahl der Waldbrände wird im Kanton Zürich künftig zunehmen.
- Das AWEL berechnete die volkswirtschaftlichen Effekte des Sommers 2019 auf rund 500 Mio. CHF. Die Auswirkungen des Referenzszenarios dürfen noch höher ausfallen.



## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 10 bis 50 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	100 bis 200	Anzahl Personen
Schwererkrankte	200 bis 500	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	1'000 bis 5'000 Personen * 7 bis 10 Tage	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	400 bis 600 Mio.	CHF
Umweltschäden	spürbar	quantitativ
Ausfall Energie, I&K	0	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Wetterlage: Dauer und Intensität der Hitzewelle/Trockenheit
- Jahreszeit / Zeitpunkt (relevant für Landwirtschaft)
- Zustand und Hydrologie von Quellen, Grundwasser, Seen und Fließgewässern in Zeit vor Ereigniseintritt

## Literatur / Planungsgrundlagen

- Baudirektion Kanton Zürich (2020): Volkswirtschaftliche Effekte der Hitze. Zürcher Umweltpraxis, ZUP 97, S. 23-26.
- Baudirektion Kanton Zürich (2019): Trockensommer 2018. Zürcher Umweltpraxis
- National Centre for Climate Services (NCCS) (2018): CH2018 – Klimaszenarien für die Schweiz. National Centre for Climate Services, Zürich. [www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien.html](http://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien.html)
- Bundesamt für Umwelt (2017): Klimabedingte Risiken und Chancen, Bern. [www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/klimabedingte-risiken-und-chancen.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/klimabedingte-risiken-und-chancen.html)
- Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz) (2017): Klimabulletin Jahr 2017, Zürich. [www.meteoschweiz.admin.ch/content/dam/meteoswiss/de/service-und-publikationen/Publikationen/doc/klimabulletin\\_jahr\\_2017.pdf](http://www.meteoschweiz.admin.ch/content/dam/meteoswiss/de/service-und-publikationen/Publikationen/doc/klimabulletin_jahr_2017.pdf)
- Bundesamt für Umwelt (2016): Hitze und Trockenheit im Sommer 2015, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt, Bern. [www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/Hitze-und-Trockenheit-im-Sommer-2015.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/Hitze-und-Trockenheit-im-Sommer-2015.html)





- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015): Nationale Gefährdungsanalyse. Gefährdungsdossier Unwetter. <http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch>
- Baudirektion Kanton Zürich: Trockenheit. [www.zh.ch/trockenheit](http://www.zh.ch/trockenheit).
- BUWAL, BWG, MeteoSchweiz (2004): Auswirkungen des Hitzesommers 2003 auf die Gewässer. Schriftenreihe Umwelt, Nr. 369, Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Rigling Andreas, Stähli, Manfred (2020): Erkenntnisse aus der Trockenheit 2018 für die zukünftige Waldentwicklung, Schweiz. Z. Forstwes 171 (2020) 5: 242-248.
- Nigsch Norman, Wohlwend Stephan, Hoch Günther, Sautter Michael (2019): Waldbrandmanagement Liechtenstein – von der Gefährdungsanalyse zur Abwehrstrategie, Schweiz. Z. Forstwes 170 (2019) 5: 270-273.

# N2 Hochwasser

## Definition und Hintergrund

Als Hochwasser wird der Zustand in einem Gewässer bezeichnet, bei dem der Wasserstand oder der Abfluss einen bestimmten (Schwellen-)Wert erreicht oder überschritten hat.

Hochwasserführende Flüsse transportieren oft grössere Mengen an Schwemmgut (Holz, Zivilisationsgüter) und Geschiebe mit. Mit Hochwassern gehen oft Erdbeben einher. Ein Erdbeben ist ein sich oft schnell bewegendes Gemenge aus Wasser und Feststoffen (Sand, Kies, Steine, Blöcke, Holz).

Bei beidem kann es zu Ufer- und Sohlenerosion sowie Ablagerung von Geschiebe kommen.

## Ereignisbeispiele

- 2./3. Mai 2015, Alpennordseite und Westschweiz:  
Aussergewöhnlich intensive Niederschläge führen zu Hochwasser; viele kleine Gewässer weisen Höchststände auf; die Pegel einiger grösserer Gewässer erreichen Gefahrenstufe 4 (grosse Gefahr).
- Schweiz, August 2007:  
Anhaltende und grossflächige Niederschläge führten auf der gesamten Alpennordseite zu Hochwasser. Eine Person verlor ihr Leben. Die Gesamtschadenssumme betrug in der Schweiz rund 380 Mio. CHF. Der Kanton Zürich war grossflächig aber weniger stark betroffen. Die Schadenssumme belief sich auf knapp 10 Mio. CHF und setzte sich aus vielen kleineren Schäden zusammen.
- Schweiz, August 2005  
Intensive und lang anhaltende Niederschläge im bereits bis dahin regenreichen August führten auf der gesamten Alpennordseite zu grossflächigen Überschwemmungen. Sechs Personen verloren ihr Leben. Die Gesamtschadenssumme betrug in der Schweiz rund 3 Mrd. CHF. Im Kanton Zürich kam es nur zu geringfügigen Überschwemmungen mit einer Schadenssumme von 15 Mio. CHF. Die Stadt Zürich entging jedoch nur knapp grossen Hochwasserschäden, da sich die Sihl bei der Hauptbahnhoferunterführung zu stauen drohte.
- Stadt Zürich, 1910  
Ein Hochwasser richtete in der Stadt Zürich grosse Schäden an. Weite Teile von Zürich und die Ebene bis Schlieren standen unter Wasser. Das Schadenspotenzial eines solchen Hochwassers wird heute auf über 5 Mrd. CHF geschätzt. Werden Betriebsausfälle mit eingerechnet, könnte dies das Schadenspotenzial vervielfachen.

## Referenzszenario

Langanhaltende Niederschläge über mehrere Tage lassen im Frühling nach einem schneereichen Winter die Flüsse und Seen stark ansteigen. Es kommt auf der Alpennordseite in mehreren Kantonen zu starken Überschwemmungen. Der Kanton Zürich ist grossflächig betroffen. Die Wassermenge in mehreren Bächen und Flüssen entspricht einem 300-

jährlichen Hochwasser (HQ300). Notfallmässige Schutzmassnahmen wie mobile Hochwassersperrern reichen nicht aus, um die Wassermassen zu stoppen. Überflutete Gebäude und Infrastrukturen werden teilweise stark beschädigt. Personen müssen aus ihren Häusern evakuiert werden. Es kommt zu Unfällen mit Verletzten bei Arbeiten mit Sandsäcken, Erdwällen und Hochwassersperrern zur Verhinderung des Eindringens des Wassers. Vorhandenes Hochwasserschutz-Material ist aufgrund der grossflächigen Betroffenheit knapp, auch in anderen Kantonen.

Nach vier Tagen steigen die Pegel so stark an, dass die Sihl den Hauptbahnhof Zürich unter-spült/überflutet. Trotz wiederholten Warnungen finden sich zahlreiche Schaulustige ein. Der Bahnhof und mit ihm grossflächig der Bahnverkehr fallen für zwei Wochen vollständig und für Monate teilweise aus. Die Auswirkungen sind in der ganzen Schweiz und bis ins Ausland spürbar. Stark betroffen ist durch den Ausfall bzw. die Einschränkungen des Bahnhofs vor allem auch der Flughafen Zürich. Da ein Grossteil der Angestellten und Fluggäste mit den öV zum Flughafen kommt, entstehen hier massive Einschränkungen, Verzögerungen bzw. Ausfälle. Auch die Strasseninfrastruktur ist zum Teil beschädigt, sodass Abschnitte gesperrt werden müssen. Diverse Strassen (Sihltal, Kempttal (A1), Tösstal, Oberland) sowie diverse Bahnverbindungen (Thalwil–Zug, Sihltal, Effretikon–Winterthur, Aathal, Tösstal) sind zudem infolge Rutschungen unterbrochen.

Die Elektrizitätsversorgung bricht örtlich zusammen, in der Folge auch die Informations- und Kommunikationsinfrastruktur. Die Gas- und Wasserversorgung erleidet einzelne Schäden an der Infrastruktur und die Versorgung ist lokal eingeschränkt. Oberflächennahe Grundwasserfassungen und Quelfassungen werden verschmutzt, einzelne Wasserressourcen fallen vor-übergehend aus oder das Wasser muss lokal abgekocht werden.

Wegen des langandauernden Ereignisses steigt das Grundwasser auch an Stellen, die oberflächlich nicht überflutet werden. Untergeschosse sind flächig mit Wasser gefüllt. Beim Auspumpen nach dem Ereignis geraten verschiedene vorgängig geflutete Gebäude unter Auftrieb (Hebung des Gebäudes, Einbrechen von Seitenwänden und Böden oder Kanalisationsrückstau). Auch nach der eigentlichen Ereignisphase bleibt es regnerisch. Die Aufräumarbeiten sind erschwert. Es fallen grosse Mengen von speziell zu entsorgendem Abfall an (Kühlschränke, Computer, Maschinen, Waschmaschinen, Heizungen, Fahrzeuge).

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Reissende Bäche und Flüsse fordern fünf Todesopfer. Darunter auch Einsatzkräfte und Schaulustige.
- Rutschungen sind an vielen Orten im Kanton zu verzeichnen. Zwei Häuser werden verschüttet, zwei Personen sterben, weitere werden zum Teil schwer verletzt. Ein Stall mit Tieren wird ebenfalls verschüttet, die Tiere verenden.
- Aus Heizöltanks tritt vielerorts Öl aus, in einigen Betrieben auch toxische Chemikalien. Lokal kann Trinkwasser betroffen sein, auch Kläranlagen funktionieren nicht überall, die Hochwasserentlastungen der Kläranlagen springen flächig an.



## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 300 bis 400 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	2 bis 10	Anzahl Personen
Schwererverletzte	10 bis 40	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	2000 * 7 Tage bis 10'000 * 30 Tage	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	1'000 bis 10'000	Mio. CHF
Umweltschäden	wesentlich	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	0,5 Mio. * 3 Tage bis 1,5 Mio. * 10 Tage	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Intensität und Dauer der Niederschläge, Schneemenge, Sättigung der Böden, gefrorene Böden
- Vorhersagbarkeit des zeitlichen Auftretens, der Art und Intensität (Vorwarnzeit, Reaktionsmöglichkeiten [z. B. gezieltes vorgängiges Ablassen des Sihlsees])
- Jahreszeit
- Ausdehnung des Hochwassers (lokal, regional, national, übernational)
- Städtisches oder ländliches Gebiet, insbesondere Betroffenheit der Stadt Zürich (Hauptbahnhof)
- Versagen von Ufersicherungen (Überschwemmungen des dahinter liegenden Gebietes, Zerstörung der Infrastruktur [Lifelines, Strom etc.])
- Auswirkungen auf Grundwasser, Kanalisationsrückstau
- Damm- und/oder Deichbrüche
- Fluchtmöglichkeiten und Verhalten der Betroffenen
- Kapazität und Verhalten betroffener Organisationen, Einsatzkräfte und verantwortlicher Behörden

## Literatur / Planungsgrundlagen

- AWEL: Gefahrenkarten, öffentlich zugänglich im Internet [www.awel.zh.ch/internet/bau-direktion/awel/de/wasserwirtschaft/naturgefahren/gefahrenkarte.html](http://www.awel.zh.ch/internet/bau-direktion/awel/de/wasserwirtschaft/naturgefahren/gefahrenkarte.html)
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015), Nationale Gefährdungsanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS), Dossier Hochwasser



[www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gebrahrdrisiken/natgebrahrdanalyse/gebrahrdossier.html](http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gebrahrdrisiken/natgebrahrdanalyse/gebrahrdossier.html)

- AWEL, 2009: Hochwasser vom 8./9. August 2007 im Kanton Zürich, Auswertung und Dokumentation des Ereignisses.
- Scapozza, C., et al., 2013: Integrales Risikomanagement für den Hochwasserschutz in der Stadt Zürich. Wasser Energie Luft, Heft 4/2013.

# N3 Erdbeben

## Definition und Hintergrund

Als Erdbeben werden grossräumige Erschütterungen des Erdbodens bezeichnet, die sich von einem Ursprungsort im Erdinneren ausgehend über einen grossen Teil der Erdoberfläche ausbreiten. Die Erdbeben in der Schweiz stehen im Zusammenhang mit den grossräumigen Bewegungen der afrikanischen und europäischen Kontinentalplatten. Durch diese Bewegungen werden Spannungen in der Erdkruste aufgebaut, die sich in Form von Erdbeben entladen.

Die mit der Plattentektonik zu erklärenden Beben bezeichnet man als tektonische Beben. Sie machen den Grossteil der weltweiten Erdbeben aus. Weitere Ursachen von Erdbeben sind Einsturzbeben durch den Einsturz von Höhlen, meist in Karstgebieten, und durch den Menschen induzierte Beben (Sprengungen, Absenkungen in Bergbaugebieten, Tunnelbau oder Geothermie).

Die Erdbebengefährdung im Kanton Zürich wird als gering eingestuft. Bei einem 500-jährlichen Beben werden maximale Intensitäten von VI (leichte Gebäudeschäden) bis VII (Gebäudeschäden: an vielen Gebäuden solider Bauart treten mässige Schäden wie kleine Mauerrisse, Abfall von Putz auf) erwartet. Mit ähnlichen Folgen muss im Kanton Zürich im Fall eines starken Erdbebens im Raum Basel gerechnet werden.

## Ereignisbeispiele

- Zentralitalien, 2016, Magnitude 6.0

Am 24. August 2016 um 3:36 Uhr ereignete sich in Zentralitalien in 10 km Entfernung der Kleinstadt Norcia ein Erdbeben der Magnitude 6.0. Viele Häuser in den umliegenden Dörfern wurden beschädigt oder stürzten ein. Mindestens 247 Personen kamen ums Leben, über 350 wurden verletzt, tausende Personen obdachlos. Ein ähnlich grosses Erdbeben hätte in der Schweiz eine Jährlichkeit von 50 bis 150 Jahren (Schweizerischer Erdbebendienst, 2016).

- L'Aquila, Italien, 2009, Magnitude 6.3

Am 6. April 2009 ereignete sich nach einer Reihe von Vorbeben in L'Aquila ein Beben der Magnitude 6.3. Die Stadt L'Aquila sowie ca. 40 kleinere Ortschaften wurden stark getroffen. Das Beben forderte 309 Todesopfer, rund 1000 Verletzte, 28'000 langfristig Obdachlose und zerstörte 15'000 Wohnhäuser.

- Basel, 1356, Magnitude 6.5

Ein Beben mit Magnitude 6.5 erschütterte Basel und grosse Teile der Schweiz stark. In Basel wurde ein Grossteil der Gebäude zerstört, zudem brach ein zerstörender Brand aus, der acht Tage lang gewütet haben soll. Die Anzahl der Todesopfer war begrenzt,

da viele nach einem Vorbeben aus der Stadt geflüchtet waren, Schätzungen variieren zwischen 100 und 2'000 Personen.

Ein ähnliches Beben in heutiger Zeit würde gemäss Schätzungen der SwissRe Gesamtschäden in der Grössenordnung von 80 Mrd. CHF fordern. Es wäre mit mehreren Tausend Toten und rund 60'000 Verletzten zu rechnen

## Referenzszenario

Ein Erdbeben der Magnitude 6 mit Epizentrum im Kanton Zürich erschüttert grosse Teile der Schweiz und führt zu schwerwiegenden Zerstörungen. Die maximale Intensität der Bodenerschütterung in der Region des Epizentrums erreicht auf der europäischen Makroseismischen Skala die Stufe VII (schwere Gebäudeschäden).

Die Bevölkerung reagiert panisch, die Mehrheit der Personen in der Region des Epizentrums verliert das Gleichgewicht. Schwächere Bauten stürzen ein, auch gut gebaute, gewöhnliche Bauten zeigen sehr schwere Schäden und teilweiser Einsturz tragender Bauteile.

Grosse Teile der Stadt Zürich und ihrer Agglomeration sind schwer betroffen. Die Situation der Betroffenen wird zusätzlich durch starken Regen und tiefe Temperaturen erschwert. Kritische Infrastrukturen wie Spitäler, Verwaltung, Gebäude der Blaulichtorganisationen aber auch Verkehrsinfrastrukturen sind zum Teil stark beschädigt oder vollständig zerstört. Die Pisten des Flughafens Zürichs sind beschädigt und in den ersten Tagen nicht nutzbar. Die Stromversorgung bricht zusammen, Internet und Mobilfunknetz sind für Tage nicht funktionstüchtig.

Bei der Wasserversorgung treten Schäden an Anlagen und Leitungen auf. Rund die Hälfte der Anlagen im Schadenperimeter ist nicht mehr in Betrieb und die Versorgung für rund 100'000 Einwohner fällt aus. Zudem besteht die Gefahr, dass das Leitungswasser im beschädigten Leitungsnetz verschmutzt ist. Privathaushalte und Produktionsbetriebe, die noch versorgt werden können, werden aufgefordert, den Verbrauch auf ein Minimum zu reduzieren und das Trinkwasser vor Gebrauch abzukochen. Innerhalb kürzester Zeit ist Mineralwasser in den Läden ausverkauft. Der Hydrantenlöschschutz der Feuerwehr ist nicht mehr in allen Gebieten sichergestellt.

Einsturzgefährdete Gebäude und Kunstbauten bedrohen teilweise auch Rettungsachsen. Viele Gebäude müssen erst inspiziert und freigegeben werden, bevor die Bevölkerung wieder einziehen darf. Im Siedlungsgebiet kommt es zu vielen Bränden, Explosionen und Freisetzung gefährlicher Stoffe.

Mit der Wiederherstellung der Infrastruktur und Gebäude wird kurz nach dem Beben angefangen, Nachbeben erschweren die Arbeiten. Zwölf Stunden nach dem Hauptbeben folgt ein Beben, das nur wenig schwächer ist als das Hauptbeben. Das Hilfsangebot aus dem In- und Ausland ist gross. Nach sechs Monaten kehrt die Bevölkerung allmählich wieder zum normalen Alltag zurück, wenn auch noch mit Einschränkungen. Erst nach mehreren Jahren sind die zerstörten Bauten und Infrastrukturen ersetzt.

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Schadensradius: 80 km, Radius Hauptschadensraum: 25 km. Im Hauptschadensraum weisen ca. 60 % der Gebäude zumindest mittlere Schäden auf und sind langfristig unbewohnbar. Ca. 30 % der Gebäude werden schwer beschädigt und 3 % stürzen ein.
- Atomare Anlagen werden nicht beschädigt.
- Die Wirtschaft steht für Wochen still, erholt sich nur langsam, da auch Energie-, Wasser- und Verkehrsinfrastruktur stark beeinträchtigt sind. Die Kurse an der Schweizer Börse sinken, der Schweizer Franken schwächt sich ab, wodurch sich die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Schweiz um etwa 27 Mrd. CHF reduziert.
- Häufigkeit: Ein Erdbeben der Magnitude 6 ist in der Schweiz alle 100 bis 150 Jahre zu erwarten. Der Kanton Zürich weist keine überdurchschnittliche Erdbebengefährdung auf. Bedingte Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Erdbeben der Magnitude 6 im Kanton Zürich ereignet: Annahme Faktor entsprechend Fläche Kanton Zürich / Fläche Schweiz.

## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 2'000 bis 4'000 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	500 bis 1'000	Anzahl Personen
Schwerverletzte	1'000 bis 10'000	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	100'000 * 3 Tage bis 500'000 * 10 Tage	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	30'000 bis 100'000	Mio. CHF
Umweltschäden	spürbar	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	0,5 Mio. * 3 Tage bis 1,5 Mio. * 10 Tage	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Anzahl, Stärke und Hypozentren der Vorbeben
- Magnitude, Epizentrum, Tiefe, Herdmechanismus des Hauptbebens
- Anzahl, Stärke Epizentren und Tiefe der Nachbeben
- Wochentag und Tageszeit: Folgen im Ausmass unterschiedlich, je nach Aufenthaltsort der Bevölkerung, Verfügbarkeit der Einsatzkräfte, Erreichbarkeit bei Warnungen etc.
- Jahreszeit: Bedeutend für Bergung und Evakuierung von Personen und Versorgung von Obdachlosen.
- Wettersituation: Brandrisiko und (Lösch-) Wasserbedarf



- Grösse des betroffenen Gebiets (übernational, national, regional)
- Lokale Bodeneigenschaften
- Merkmale des betroffenen Gebiets (Bevölkerungs- und Bebauungsdichte, Beschaffenheit der Gebäude und Infrastruktur, Vorhandensein von Dämmen, Stauanlagen, Chemieanlagen, Kernanlagen etc.)
- Fluchtmöglichkeiten und Verhalten der Betroffenen
- Verhalten von betroffenen Organisationen, Einsatzkräften und verantwortlichen Behörden

## Literatur / Planungsgrundlagen

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015), Nationale Gefährdungsanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS), Dossier Erdbeben  
[www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefaehrd Risiken/natgefaehrdanalyse/gefaehrd-dossier.html](http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefaehrd Risiken/natgefaehrdanalyse/gefaehrd-dossier.html)
  - Schweizerischer Erdbebendienst SED, (2015) ETH Zürich, Erdbebengefährdung Schweiz, Wann, wo und wie oft ereignen sich bestimmte Erschütterungen in der Schweiz? [www.seismo.ethz.ch/de/knowledge/seismic-hazard-switzerland/](http://www.seismo.ethz.ch/de/knowledge/seismic-hazard-switzerland/)  
Interaktiver Zugang zum Gefährdungsmodell: Hazard Data Access der European Facilities for Earthquake Hazard and Risk, [www.efehr.org/en/hazard-data-access/Intro/](http://www.efehr.org/en/hazard-data-access/Intro/)
  - Schweizerischer Erdbebendienst SED, ETH Zürich, Erdbebenkatalog ECOS-09  
<http://ecos09.seismo.ethz.ch/index.html>
  - Weidmann, U. (2002): Erdbeben in der Schweiz. Verlag Desertina, [www.bebende.ch](http://www.bebende.ch)
  - Störfall- und Erdbebenvorsorge des Bundes;  
[www.bafu.admin.ch/erdbeben/index.html?lang=de](http://www.bafu.admin.ch/erdbeben/index.html?lang=de)
  - Baudirektion Kanton Zürich/AWEL, 2013: Trinkwasserversorgung in Notlagen (TWN).
- Hinweis: SED, BAFU und BABS erarbeiten ein Erdbebenrisikomodell für die Schweiz, das 2022 veröffentlicht werden wird

# N4 Unwetter

## Definition und Hintergrund

Der Begriff Unwetter ist eine Sammelbezeichnung für extreme Wetterereignisse, deren Verlauf sich über wenige Stunden erstreckt. Dazu gehören Gewitter mit Blitzschlag, Sturmböen, Hagel und Starkregen. Schäden entstehen durch Überschwemmungen, Oberflächenabfluss sowie Rutschungen und Hangmuren. Auch Blitze, Hagelschlag und Sturmböen können grosse Schäden verursachen.

Die Tendenz zu wärmeren und niederschlagsreicheren Wintern und heisseren und trockeneren Sommern hat vielfältige Folgen für die Umwelt. Generell dürften witterungsbedingte Extremeignisse mit intensiveren Niederschlägen in allen Jahreszeiten häufiger vorkommen, wobei dies besonders den Winter betrifft.

Hochwasserereignisse infolge langandauernder, starker Niederschläge werden im Dossier «N2 Hochwasser» behandelt.

## Ereignisbeispiele

- 21./22. Juni 2019, Westschweiz: Zwischen Dombresson und Viller im Kanton Neuenburg trat ein Bach über die Ufer. Neben Überschwemmungen kam es zu starker Ufererosion. Es entstanden Schäden an Gebäuden, Fahrzeugen und Infrastrukturen. Mehrere Menschen waren in Fahrzeugen gefangen und mussten durch die Rettungsdienste befreit werden. Eine Person starb. Teilweise kam es zu Stromunterbrüchen.
- 20. Juni 2013, Genf, Jura und Nordwestschweiz: Starke Hagelschauer wurden begleitet von Sturm- oder gar Orkanböen, die schwere Schäden anrichteten. Besonders schlimm traf das Unwetter Biel, wo es am eidgenössischen Turnfest 95 Personen verletzte, sechs davon schwer. Der Flugbetrieb in Genf wurde während rund zwanzig Minuten eingestellt. Wegen Überschwemmungen, heruntergefallenen Ästen und entwurzelten Bäumen musste die Feuerwehr dutzende Male ausrücken. Die durch das Gewitter verursachten Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen, Gebäuden, Autos, etc. schätzten Versicherer auf ca. 150 Mio. CHF.
- 23. Juli 2009, Waadtland bis Bodensee: Nach einer Föhnlage fegte ein Unwetter über die Kantone VD, FR, BE, LU und NW. Insbesondere durch Hagel, aber auch durch Sturmwinde und Überschwemmungen entstanden Schäden in Höhe von rund 250 Mio. CHF. Vereinzelt erreichten Sturmböen eine Geschwindigkeit von über 100 km/h. In der Romandie fielen bis zu tennisballgrosse (> 5 cm) Hagelkörner.
- 19. bis 23. August 2005, Schweiz: Fast am gesamten Alpennordhang fielen flächig innerhalb von 48 Stunden mehr als 100 Liter Regen pro m<sup>2</sup>. Schadenssumme: rund drei Mia. CHF. Sechs Menschen kamen ums Leben.

## Referenzszenario

Am Nachmittag eines schwülwarmen Wochenendes im Hochsommer zieht über Zürich ein Gewitter auf. An diesem Tag findet eine grosse Freiluftveranstaltung im Kanton Zürich statt

mit rund 100'000 Besuchenden. Die Veranstalter beobachten die Wetterentwicklung und sprechen sich direkt mit Prognostikern der MeteoSchweiz ab. Laut Prognosen wird das Gewitter nicht direkt über dem Festgelände ziehen, entsprechend wird die Veranstaltung nicht abgebrochen. Die Gewitterzellen entladen sich kurze Zeit später jedoch mit voller Wucht über das Festgelände: neben sintflutartigem Regen tritt starker Hagelschlag auf. Der Durchzug der Gewitterzellen dauert mehrere Stunden. Die Besucherinnen und Besucher flüchten in Zelte, Gebäude, Unterführungen etc. Aufgrund der grossen Menschenmengen kommt es an mehreren Orten zu starkem Gedränge. Punktuell bricht Panik aus, es kommt zu mehreren Verletzten.

Die intensiven Niederschläge, Hagel und heruntergefallene Blätter und Äste führen in vielen Ortschaften dazu, dass die Einlaufschächte das Wasser nicht mehr abführen können. Das Wasser dringt in Keller und Tiefgaragen ein. In einigen Kellern läuft Heizöl aus umgekippten oder beschädigten Tanks und verschmutzt das Wasser. Aufgrund von Druck- und Sogwirkungen werden teilweise sogar Kanalisationsdeckel weggespült und vereinzelt in die Höhe geschleudert. Die Kläranlagen können die grossen Wassermassen nicht aufnehmen. Verschmutztes Wasser wird teilweise direkt in die Gewässer geleitet. Die Altstadt von Zürich sowie weiteren Ortschaften erleidet schwere Schäden an der alten Bausubstanz und den Ziegeldächern. Windböen erreichen vereinzelt Geschwindigkeiten bis zu 125 km/h und reissen grössere Zelte und einzelne Bühnen der Freiluftveranstaltung aus den Verankerungen. Infolge Blitzschlags fällt regional die Stromversorgung aus. Das Mobilfunksystem ist regional überlastet.

Die medizinische Versorgung der vielen Verletzten bringt das Rettungswesen an den Anschlag. Die Veranstaltungsbesuchenden wollen möglichst rasch nach Hause, es kommt zu Verkehrsengpässen. Infolge versperrten Verkehrsachsen müssen zusätzlich Busse organisiert werden, um die Kapazitäten zu erhöhen.

Nach 48 Stunden ist die akute Bewältigung abgeschlossen. In den folgenden Tagen räumen Angehörige der Feuerwehr, von Werkhöfen und des Zivilschutzes versperrte Verkehrsachsen, pumpen überschwemmte Keller und Tiefgaragen aus und reparieren Infrastrukturanlagen. Beschädigte Dächer sind innerhalb weniger Wochen wieder mindestens provisorisch instand gestellt. Die Räumungs- und Instandstellungsarbeiten dauern Wochen bis wenige Monate.

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Es gibt mehrere Schwerverletzte durch kollabierte Festzelte, die schutzsuchende Personen unter sich begraben und Panikreaktionen auslösen. Auch ausserhalb des Festperimeters erleiden mehrere Personen schwere Verletzungen durch umstürzende Bäume und durch die Luft gewirbelte Gegenstände.
- Aufgrund von Wasser- und Sturmschäden wird ein Teil der betroffenen Gebäude vorübergehend unbewohnbar. Mehrere hundert Personen müssen während einiger Tage anderweitig unterkommen.
- Überschwemmungen durch Oberflächenabfluss und Rückstau in den Kanalisationen verursachen erhebliche Schäden an Gebäuden. Der Hagel führt zu schweren Schäden an Fahrzeugen, Gebäudehüllen und Fotovoltaikanlagen.



## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 150 bis 300 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	1 bis 5	Anzahl Personen
Schwerverletzte	20 bis 30	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	5'000 bis 10'000	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	200 bis 500	Mio. CHF
Umweltschäden	gering	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	20'000 bis 50'000	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Auftretende Phänomene des Gewitters/Unwetters (Starkniederschlag, Hagel, Blitze, Windböen)
- Vorhersagbarkeit des räumlichen Auftretens, der Art und der Intensität (Vorwarnzeiten, Zeitpunkt, Verhaltensempfehlungen)
- Windgeschwindigkeiten
- Hagelkorngrosse
- Dauer des Unwetters (u. A. Wasserschäden abhängig von Niederschlagsmenge)
- Tageszeit (Personenexposition, Verfügbarkeit Einsatzkräfte, Berufsverkehr, Erreichbarkeit bei Warnungen etc.)
- Jahreszeit (Personenexposition im Freien etc.)
- Zusammentreffen mit Grossveranstaltungen im Freien
- Räumliche Ausdehnung (überregional, regional oder lokal begrenzt)
- Merkmale des betroffenen Gebiets (Bevölkerungsdichte, Landwirtschaftsanteil, Exposition von Sachwerten, wichtige Infrastrukturen usw.)  
Wettersituation vor Unwetter (Wassersättigung von Böden, Exposition von Markisen, Sonnenschirmen etc.)
- Verhalten der Betroffenen
- Vorkehrungen und Verhalten von betroffenen Organisationen, Einsatzkräften und verantwortlichen Behörden
- Niederschlagsmenge pro Zeiteinheit



## Literatur / Planungsgrundlagen

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015), Nationale Gefährdungsanalyse "Katastrophen und Notlagen Schweiz" (KNS), Dossier Unwetter [www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gebraehdrisiken/natgebraehrdanalyse/gebraehrddossier.html](http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gebraehdrisiken/natgebraehrdanalyse/gebraehrddossier.html)
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2003): KATARISK - Grundlagen und Informationen zur Risikoanalyse: Angaben pro Gefahrenart. [www.katarisk.ch](http://www.katarisk.ch)



## 2 Technik



T1 Ausfall Stromversorgung

23



T2 Ausfall IKT

27



T3 Flugzeugabsturz

30



T4 Versagen Stauanlage

34



T5 KKW-Unfall

37



T6 Gefahrgutunfall Schiene

41

# T1 Ausfall Stromversorgung

## Definition und Hintergrund

Der Ausfall Stromversorgung (Synonym zu «Stromausfall») wird als Ausfall der Versorgung mit elektrischer Energie aufgrund unterbrochener oder beschädigter Stromleitungen, Transformatoren oder Verteilknoten definiert. Wenn die Stromversorgung in einem Netz vollständig zusammengebrochen ist, spricht man von einem «Blackout».

Auslöser von Stromausfällen sind neben Störungen im Übertragungsnetz des nationalen Netzbetreibers Swissgrid vor allem die Kombination von Ereignissen, wie zum Beispiel die Beschädigung von Leitungen, der (Teil-) Ausfall von Stromerzeugungsanlagen, Überlastung und Frequenzabweichungen im Verteilnetz. Generell müssen zwei solche Ereignisse gleichzeitig oder in enger zeitlicher Abhängigkeit auftreten, um grossflächig zu einem Ausfall der Stromversorgung zu führen.

## Ereignisbeispiele

- Luzern und Schwyz, 2018: Stromausfall nach Wintersturm Burglind  
Aufgrund des starken Windes des Sturmtiefs "Burglind" knickten Bäume, die Stromleitungen herunterrissen und zum Stromausfall in den Kantonen Luzern und Schwyz führten. Rund 6'000 Haushalte hatten bis zu drei Tagen keinen Strom.
- Münsterland (D), 25. November bis 3. Dezember 2005: Plötzlicher Eisregen führte zu verheerenden Stromausfällen. Insgesamt 82 Strommasten brachen zusammen. 250'000 Menschen waren vom Stromausfall betroffen. Rund 120'000 hatten zwei Tage keinen Strom, rund 50'000 sogar bis fünf Tage. Für den deutschen Bevölkerungsschutz war die Bewältigung dieses Ereignisses eine grosse Herausforderung. Neben Instandstellungsarbeiten musste die betroffene Bevölkerung mit Notstrom und teilweise in Sammelstellen mit Lebensmitteln versorgt werden.
- Italien, 28. September 2003: Auf Grund hoher Temperaturen sowie einer grossen Belastung des schweizerischen Übertragungsnetzes kam es zu einem Kurzschluss der 380 kV-Lukmanierleitung. Dies führte zu einer Überlastsituation und nach rund einer halben Stunde zum kaskadenartigen Zusammenbruch sämtlicher Verbindungen nach Italien. In ganz Italien, mit Ausnahme der Insel Sardinien, brach die Stromversorgung zusammen; fast 57 Millionen Menschen waren davon betroffen. Die Folgen für die Wirtschaft waren beschränkt, da der Stromunterbruch in der Nacht und an einem Sonntag geschah.

## Referenzszenario

Physische Schäden an der Hochspannungs-Netzinfrastruktur führen im Sommer zu einem grossräumigen Stromausfall. Mehrere Schweizer Kantone und Teile des grenznahen Auslands sind über zwei bis vier Tage vom Stromausfall betroffen. Dazu zählen auch grosse Teile des Kantons Zürich mit den Grossstädten Zürich und Winterthur. Betroffen sind rund



1 Mio. Einwohnende des Kantons Zürich ebenso wie die Landwirtschaft, die Industrie sowie Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe.

Die Informations- und Kommunikationsinfrastruktur funktioniert während dieser Zeit nicht mehr. Verkehrsinfrastrukturen und -leitsysteme, Tankstellen sowie Wasserversorgung fallen aus. Der Flughafen Zürich stellt seinen Betrieb für einige Tage ein, der öffentliche Verkehr ist massiv eingeschränkt bzw. fällt aus; gewisse Tunnel müssen gesperrt werden. Personen müssen aus (Lift-)Anlagen gerettet werden.

Einige Wasserversorgungen können nach rund sechs Stunden die Bevölkerung nicht mehr mit Trinkwasser versorgen, sodass die betroffenen Haushalte anderweitig versorgt werden müssen. Andere Wasserversorgungen, darunter die der Städte Zürich und Winterthur, können dank Notstromversorgungen eine eingeschränkte Versorgung der Bevölkerung in ihrem Versorgungsgebiet sicherstellen. Mit dem Strom fallen auch die Heizung, Warmwassererzeugung, Sicherheitsanlagen und Kühlschränke aus. Zur Beleuchtung wird in Haushalten häufig auf Kerzen und zum Kochen auf Camping-Kocher zurückgegriffen. Es kommt zu mehreren Bränden. Ältere und betreuungsbedürftige Menschen sind bei der Bereitstellung von Mahlzeiten etc. auf fremde Hilfe angewiesen.

Am ersten Tag des Stromausfalls bleiben viele Geschäfte, darunter auch die Filialen der Grossverteiler, Banken etc. geschlossen. Ab dem zweiten Tag ist zumindest ein reduziertes Sortiment meist wieder verfügbar, sodass die Lebensmittelversorgung in ausreichendem Mass sichergestellt ist. Doch Geldautomaten sowie Kassensysteme sind nicht mehr in Betrieb. Es kann häufig nur noch bar bezahlt werden.

Die Notstromversorgung in Spitälern ist weitgehend gewährleistet und die essenziellen Systeme (lebenserhaltende medizinische Systeme, Warmwasser u. Ä.) sind in Betrieb.

Sukzessive werden die Gemeinden des Kantons Zürich ab der dritten Nacht nach Beginn des Stromausfalls wieder an die Stromversorgung angeschlossen. Einige Gemeinden sind bis zu vier Tage ohne Strom. Es dauert mehr als einen Monat, bis in allen Bereichen von Gesellschaft und Wirtschaft wieder der Normalzustand eingekehrt ist.

## **Annahmen für Risikoabschätzung**

- 1 Mio. Personen sind während zwei Tagen ohne Strom, rund 50'000 Personen während vier Tagen
- Wenige Personen kommen durch direkte Folgen des Stromausfalls ums Leben (Unfälle, Brand etc.).
- Da das Ereignis im Sommer stattfindet, sind die Folgen von Heizungsausfällen nicht gravierend, in den betroffenen Filialen der Grossverteiler verderben jedoch die gekühlten und gefrorenen Lebensmittel.
- Für einen Teil der betroffenen Bevölkerung fällt die Wasserversorgung aus; eine Notversorgung ist einzurichten.
- Einige tausend Nutztiere verenden oder tragen aufgrund mangelnder Belüftung (Hitze), Nahrungs- und Wasserversorgung oder fehlender Melkkapazitäten Schäden davon.
- KNS-Schätzungen für die Schweiz: 230 Mio. CHF Vermögensschäden und 1'600 Mio. CHF Schäden durch Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit. Reduktionsfaktor proportional zu Bevölkerungszahl bzw. BIP: rund 0.2.





- Umweltschäden infolge eines Ausfalls von ARAs sind im Vergleich zum Ausmass der anderen Schadensindikatoren vernachlässigbar.

## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 80 bis 300 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	5 bis 15	Anzahl Personen
Schwererkrankte	10 bis 30	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	50'000 * 2 Tage bis 500'000 * 3 Tage	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	300-500	Mio. CHF
Umweltschäden	keine	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	1 Mio. * 2 Tage bis 1 Mio. * 4 Tage	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Ursache: technische Planungsfehler, technische Defekte (Materialversagen, Softwarefehler usw.), Bedienungsfehler im Betrieb oder bei Unterhaltsarbeiten, Einwirkungen von aussen (Naturgefahren, Bauarbeiten, Sabotage, Terroranschläge)
- Zeitpunkt: Wochentag und Tageszeit (v. a. Berufsverkehr), Jahreszeit: Ferienzeit, Kühlung (Lebensmittel, Wohnräume), Heizung, Beleuchtung, Nutztiere (Stall oder Weide)
- Betroffene Ebene der Verteilinfrastruktur (Höchstspannungsnetz, Hochspannungsnetz, Mittelspannungsnetz, Niederspannungsnetz oder deren Übergänge) und damit Grossräumigkeit der Störung (international, national, regional oder lokal begrenzt)
- Merkmale des betroffenen Gebiets (Bevölkerungsdichte etc.), Ort der Schadstelle(n) (unter- oder oberirdisch, Berggebiet, städtische oder ländliche Region, Inland oder Ausland)
- Dauer und Wiederholffrequenz des Stromausfalls, bzw. vor- oder nachgelagerte Strommangellage
- Möglichkeiten zu Notstromversorgung, Möglichkeiten für provisorische Instandstellung der Erzeugungseinheiten (Kraftwerke) und des Stromnetzes
- Alarmierung/Verfügbarkeit der Angehörigen der Einsatzorganisationen ohne Stromversorgung, Verhalten von betroffenen Organisationen, Einsatzkräften und verantwortlichen Behörden
- Reaktion der Bevölkerung und der Politik, Verfügbarkeit des persönlichen Notvorrats



## Literatur / Planungsgrundlagen

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015): Nationale Gefährdungsanalyse. Gefährdungsdossier «[Ausfall Stromversorgung](#)»
- Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement (EVD), 2012: Folgebericht zur Strategischen Führungsübung 2009 (SFU 09): Vorbereitungen auf krisenbedingte Versorgungsengpässe im Strombereich.
- Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (2011): Was bei einem Blackout geschieht. Folgen eines langandauernden und großräumigen Stromausfalls.
- Polizeidepartement/Stadtpolizei Zürich, 2012: Taktisches Konzept Stromausfall.
- Baudirektion Kanton Zürich/AWEL, 2013: Trinkwasserversorgung in Notlagen (TWN).

# T2 Ausfall IKT

## Definition und Hintergrund

Von einem Ausfall oder von Einschränkungen bei Dienstleistungen der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) wird gesprochen, wenn die Infrastrukturen zum Verarbeiten oder Weiterleiten von Informationen nicht mehr verfügbar sind oder nur eingeschränkt genutzt werden können.

Wegen der starken Abhängigkeit von diesen Infrastrukturen hat ein solcher Ausfall in der Regel weitreichende Konsequenzen. Das Schadensausmass ist abhängig von der Anzahl und der Bedeutung der betroffenen Dienste und Nutzer, von der Dauer des Ausfalls sowie vom direkten Verlust der Verfügbarkeit, der Vertraulichkeit oder der Integrität von Daten. Auch Ausfälle spezifischer Systeme können zu grossen Schäden führen, wenn etwa Kontrollsysteme kritischer Infrastrukturen (Kraftwerke, Transportsysteme etc.) betroffen sind.

Ein Ausfall oder eine Einschränkung von IKT-Dienstleistungen kann verschiedene Ursachen haben. Störungen oder Ausfälle von Hard- und Software, technische Störungen wie z. B. Stromausfälle, menschliche Fehlhandlungen, äussere Einwirkungen wie z. B. Naturereignisse oder kriminelle Handlungen (Cybercrime, Spionage).

## Ereignisbeispiele

- Januar bis Mai 2020, Schweiz  
Innerhalb der fünf Monate kam es vier Mal zu mehrstündigen Ausfällen des Mobilnetzes der Swisscom für Geschäfts- und Privatkunden. In einigen Kantonen waren Notfallnummern aus dem Swisscom-Mobilnetz nicht erreichbar. Die Einsatzleitzentrale Zürich war nicht betroffen. Die Kantonspolizeien konnten das Ausmass des Ausfalls anfänglich nicht einschätzen und empfahlen u.a. via Alertswiss, im Notfall über das Festnetz oder mit Handys von anderen Telefonanbietern zu telefonieren. Die Ausfallursache im Januar und Februar lag bei Wartungsarbeiten und menschlichem Fehlverhalten. Die Ursache des Ausfalls im Mai ist bis dato (Oktober 2020) noch nicht bekannt/kommuniziert.
- 13. Juni 2019, Liechtenstein, Ausfall der Notrufzentrale  
In der Nacht vom 13. auf den 14. Juni 2019 fiel in Liechtenstein die gesamte Festnetz- und Mobiltelefonie aus. Als Folge war die Notrufzentrale nicht erreichbar, weshalb die Feuerwehren in Alarmbereitschaft versetzt und alle Gemeindepolizisten aufgeboten wurden. Nach vier Stunden war die Störung bei Telecom FL behoben. Insgesamt kam es zu einem Polizei- und zwei Rettungsdiensteinsätzen während der Ausfallzeit. Ursache für den Ausfall war eine defekte Hardwarekomponente.
- 08.06.2015, Birmensdorf, Ausfall Mobilfunk und Festnetz  
Nach einem Kurzschluss in einer Telefonzentrale der Swisscom in Birmensdorf fielen das Festnetz und das Mobilfunknetz in der Gemeinde aus. Der Unterbruch dauerte beim Festnetz einen Tag und beim Mobilfunknetz eine Woche. Die Kantonspolizei war während des Unterbruchs vermehrt mit Polizeifahrzeugen in der Gemeinde präsent. Um die Bevölkerung vor Ort zu informieren, richtete der Provider einen Help-Point ein. Den Kurzschluss verursachte eindringendes Wasser.

## Referenzszenario

Einer Hackergruppe gelingt es, einen Schadcode in Netzwerk-Komponenten eines grossen Schweizer Telekommunikation-Providers einzuschleusen. Der Code manipuliert u. a. die Leitweglenkung der Notrufe so, dass die Bevölkerung die Notrufnummern 112, 117, 118, 143, 144 und 147 nicht oder nur teilweise erreichen kann.

Die Mitarbeitenden in den Einsatzleitzentralen bemerken die fehlenden Notrufe und leiten erste Schritte zur Überprüfung der Systeme ein. Auch der Telekommunikations-Provider leitet die Fehlersuche ein. Der Ausfall der IKT führt einerseits zu Problemen beim Empfang und der Bearbeitung von Notrufen, andererseits ist auch die Auftragserteilung und Einsatzführung der Interventionskräfte erschwert, da diese teilweise nur noch via Funk erfolgen kann. Es zeigt sich, dass der Ausfall auch Brandmeldeanlagen, Benachrichtigungs- und Alarmierungssysteme von Liften und Haustechnikanlagen oder Fernwartungssysteme betrifft. Diese Anlagen können Meldungen nicht mehr oder nur teilweise absetzen. Bis das Festnetz und das Mobilfunknetz des Providers wieder genutzt werden können, dauert es drei Tage.

Die Netze der anderen Telekommunikations-Provider funktionieren grundsätzlich, sind aber durch den Ausfall stark belastet beziehungsweise überlastet. Die öffentliche Hand, insbesondere die Verwaltungen von Gemeinden und die kantonale Verwaltung, sind durch die Störung der Kommunikation in ihrer Tätigkeit eingeschränkt.

Die Wirtschaft ist vom Ereignis betroffen; zum einen durch die Störung der direkten Kommunikationsmöglichkeiten (Informationsaustausch, Handel) und zum anderen durch den Ausfall der Datentransfers für abhängige Services und Dienstleistungen. Das betrifft etwa die Dispositions- und Logistiksysteme, die auf Mobilfunktechnologie beruhen. Weiter stehen Daten von Sensoren, die Messwerte übermitteln, während des Ausfalls nicht zur Verfügung. Steuerungssysteme von Anlagen, z. B. in Produktions-, Ver- und Entsorgungsbetrieben, die auf Datenübertragungen angewiesen sind, können nur im «stand-by» oder manuell betrieben werden.

Nicht oder nur wenig betroffen sind Nutzer mit dedizierten Verbindungen, eigenen Netzwerken oder Ausweichsystemen wie z. B. Polycom, Funk, Pager, Satellitenkommunikation sowie Provider mit eigenen Verbindungen.

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Aufgrund von verzögerten Rettungseinsätzen kann es zu einzelnen Todesfällen oder gesundheitlichen Schäden kommen, die bei umgehender Behandlung hätten verhindert werden können
- Die Kommunikationsinfrastruktur eines Telekommunikation-Providers fällt während drei Tagen im ganzen Kanton teilweise aus. Annahme: Rund 25 bis 50 % der Bevölkerung sind betroffen.
- Bei sechs Brandalarmen verzögert sich der Einsatz der Feuerwehr. Bei einem Gebäudebrand kommt es zu einem massiv grösseren Schaden und Folgekosten von rund 2 Mio. Franken.
- Weil Messwerte nicht bzw. an falsche Stellen übermittelt werden, treten bei zwei Steuerungen von Anlagen und Systemen, die Umweltrisiken bergen, Umweltschäden auf, vereinzelt gelangen gefährliche Stoffe in Wasser und Luft.



## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 60 bis 150 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	0 bis 2	Anzahl Personen
Schwererkrankte	3 bis 10	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	0	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	5 bis 12 Mio.	CHF
Umweltschäden	gering	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	350'000-700'000 Personen * 3 Tage	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Zeitpunkt des Ausfalls und Dauer
- Betroffene Dienste, Sektoren, Kunden
- Grad der Verbreitung und Vernetzung betroffener Systeme (Kaskadeneffekte)
- Grad des Datenverlustes

## Literatur / Planungsgrundlagen

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015): Nationale Gefährdungsanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS). Dossier [Ausfall Informations- und Kommunikationstechnologien](http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefahrdrisiken/natgefahrdanalyse/gefahrdossier.html), siehe auch: <http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefahrdrisiken/natgefahrdanalyse/gefahrdossier.html>
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2020): Nationale Gefährdungsanalyse. Gefährdungsdossiers Cyberangriff, Ausfall Rechenzentrum, Mobilfunkausfall
- Melde- und Analysestelle Informationssicherung (MELANI): Halbjahresberichte. [www.melani.admin.ch/melani/de/home/dokumentation/berichte/lageberichte.html](http://www.melani.admin.ch/melani/de/home/dokumentation/berichte/lageberichte.html).

# T3 Flugzeugabsturz

## Definition und Hintergrund

Als Flugzeugabsturz wird ein Flugunfall bezeichnet, bei dem ein Flugzeug auf den Boden aufschlägt und Schäden bewirkt.

Im Fokus der Gefährdungsanalyse steht der Absturz eines grossen Passagierflugzeugs, beispielsweise eines grösseren Mittelstreckenflugzeugs mit einer Kapazität von 200 bis 300 Passagieren.

## Ereignisbeispiele

- 1. Juli 2002, Überlingen (Deutschland): Kollision  
In 10'000 m Höhe kollidierten im Luftraum bei Überlingen eine Boeing-Frachtmaschine und eine russische Tupolew-Passagiermaschine mit 69 Personen an Bord. Dass die beiden Maschinen auf gleicher Flughöhe flogen, wurde vom Lotsen nicht erkannt. Die Trümmer der Maschinen wurden auf einer Fläche von über 30 km<sup>2</sup> verstreut, es entstanden mehrere Brände, darunter ein Waldbrand. Für die Suche nach Personen und Wrackteilen standen mehrere Helikopter und über 100 Helfer der Feuerwehr, Polizei, des Deutschen Roten Kreuzes und des Technischen Hilfswerks sowie elf Rettungsboote im nächtlichen Einsatz.
- 24. November 2001, Bassersdorf (Schweiz): Absturz bei Landeanflug  
Eine Passagiermaschine stürzte rund fünf Kilometer vor Erreichen der Landebahn am Flughafen Zürich ab. 24 der 33 Personen an Bord kamen dabei ums Leben. Hauptursachen waren das Unterschreiten der Mindestflughöhe sowie schlechte Sichtverhältnisse. Während des Sinkfluges berührte die Maschine mehrere Bäume und prallte auf den Boden. Der Aufprall zerstörte den vorderen Teil der Maschine und erzeugte einen Brand, der einen Waldschaden hinterliess. Als die Maschine vom Lotsenbildschirm verschwand, wurde höchste Alarmstufe ausgelöst. Medizinische Rettungsdienste sowie die Berufsfeuerwehr des Flughafens Zürich trafen rund zehn Minuten später am Absturzort ein. Aufgrund des Brandes waren weitere Einheiten der Feuerwehren der umliegenden Gemeinden im Einsatz.

## Referenzszenario

Ein Passagierflugzeug startet vormittags mit 200 Personen, darunter 20 Kinder, an Bord vom Flughafen Zürich. Kurz nach dem Abheben treten schwerwiegende Triebwerkschäden auf. Das Flugzeug ist noch steuerbar, die Piloten versuchen zum Flughafen zurückzukehren. Das Flugzeug verliert jedoch deutlich an Höhe und zerschellt schliesslich in einem Wohnquartier mit Ein- und Mehrfamilienhäusern. Es kommt zu einer Explosion. Mehrere Häuser beginnen zu brennen. Trümmerteile richten im Umkreis von mehreren hundert Metern Sachschaden an. Weitere Explosionen sind nicht auszuschliessen.

Für die alarmierten Rettungskräfte steht zunächst die Bergung und Rettung von Verletzten im Mittelpunkt. Einige Verletzte weisen schwere Verbrennungen auf. Parallel zur Personenrettung beginnen die Rettungskräfte mit einer grossräumigen Absperrung des Schadenplatzes. Einige Stunden nach dem Absturz sind alle Verletzten versorgt, die spitalmedizinische Betreuung benötigen, es werden jedoch noch Personen vermisst und zahlreiche Opfer konnten noch nicht identifiziert werden. Die Care-Teams des Flughafens sowie des Kantons Zürich kümmern sich um Personen, die ihre Hilfe benötigen. Viele Personen leiden unter schweren Traumata. Die Anzahl zu betreuender Angehöriger aus aller Welt steigt mit zunehmender Dauer.

Nachdem die Brände gelöscht sind, werden die Absperrungen reduziert und die zuvor evakuierte Bevölkerung kann in den folgenden Stunden in ihre Häuser zurückkehren, sofern diese nicht beschädigt sind. Gegen Abend wird eine gemeinsame Pressekonferenz von Fluggesellschaft, Flughafen, Bundesamt für Zivilluftfahrt sowie den Verantwortlichen der Einsatzkräfte durchgeführt. dauert mehrere Wochen, bis alle Trümmer des Flugzeuges beseitigt und die beschädigten und/oder zerstörten Häuser behelfsmässig instand gestellt sind. Rund 50 Anwohnende sind temporär obdachlos und müssen übergangsweise bei Bekannten oder in Notunterkünften wohnen.

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Absturz Passagierflugzeug mit 200 Passagieren und fünfköpfiger Crew, sechs Personen überleben schwerverletzt. Weitere Todesopfer und Verletzte aller Schweregrade in den betroffenen Gebäuden und im Freien. Insgesamt sind beim Absturz 220 Todesopfer, 20 Schwerverletzte sowie 25 Leichtverletzte zu beklagen.
- Durch Schäden an Häusern rund um die Absturzstelle wird ein Teil der Anwohnenden obdachlos und muss übergangsweise in Notunterkünften wohnen, die grösstenteils durch den Zivilschutz eingerichtet und betrieben werden.
- Der Brand ist mit starker Rauchentwicklung verbunden. Es gelangt Löschwasser in die Umwelt. Kurzfristig wird das Gebiet mit Kerosin belastet. Insgesamt entstehen allerdings nur geringe Umweltschäden.
- Kerosin kann in die Kanalisation und in weitere unterirdische Einrichtungen gelangen, dort explodieren und weiteren erheblichen Sachschaden anrichten.
- Die gesamten Bewältigungskosten und Vermögensschäden werden auf 900 Mio. CHF geschätzt.

Annahmen für die Häufigkeit:



- Schätzung im Rahmen von KNS zum Szenario Absturz Luftfahrtobjekt auf besiedeltes Gebiet in der Schweiz: einmal in 30 Jahren. Annahme Faktor 0,1, dass das Flugzeug im Kanton Zürich abstürzt.

## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 300 bis 1'000 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	150 bis 300	Anzahl Personen
Schwerverletzte	20 bis 50	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	80 * 7 Tage bis 200 * 30 Tage	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	500 bis 1'000	Mio. CHF
Umweltschäden	gering	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	0	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Art, Grösse und ggf. Anzahl der betroffenen Luftfahrtobjekte
- Anzahl betroffener Personen an Bord und an Absturzstelle
- Nutzung und Besiedelung der Absturzstelle (Wald/Landwirtschaftsland, Siedlungsgebiet, ggf. Gefahrgutanlagen, Infrastruktureinrichtungen)
- Zugänglichkeit des Absturzortes (Gebirge, Waldgebiet, See etc.)
- Zeitpunkt (Uhrzeit, Werktag oder Wochenende/Feiertag/Ferien, Sommer- oder Winterzeit [bei Personenrettung in schwer zugänglichen Gebieten])
- Anzahl verfügbarer Start- und Landepisten bei Einschränkung der Fluginfrastruktur
- Möglichkeiten für Flugroutenänderungen
- Ereignisse mit politischem Charakter (z. B. terroristischer Anschlag)
- Zeitdauer bis zur Wiederherstellung der Absturzstelle





## Literatur / Planungsgrundlagen

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015), Nationale Gefährdungsanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» KNS, Dossier [Absturz Luftfahrtobjekt, www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefaehdrisiken/natgefaehrdanalyse/gefaehrd-dossier.html](http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefaehdrisiken/natgefaehrdanalyse/gefaehrd-dossier.html)
- UK Essays, Emergency Response to American Airlines Flight 587 Crash, November 2018
- Bundesamt für Statistik, Linien- und Charterverkehr 2019

# T4 Versagen Stauanlage

## Definition und Hintergrund

Stauanlagen sind Einrichtungen zum Aufstauen oder zur Speicherung von Wasser. Es wird unterschieden zwischen Dämmen (aufgeschüttet) und Mauern (Beton-Konstruktion).

Der drohende oder erfolgte unkontrollierte Abfluss einer grossen Wassermenge aus einer Stauanlage wird als Notfall, respektive Unfall definiert. Dabei ist zu unterscheiden zwischen den Ereignistypen Überströmen, Überschwappen und Versagen des Bauwerkes. Die sichere Ableitung von natürlichen Hochwassern, auch mit kontrolliertem Überlauf der Anlage, ist hingegen kein Unfall.

Ein Überströmen erfolgt, wenn der Zufluss grösser ist als die Ableitkapazität der Entlastungs- und Ablassvorrichtungen und gleichzeitig die Retentionswirkung des Stausees erschöpft ist. Ein Überschwappen kann resultieren, wenn eine grosse Wassermenge im Stausee schlagartig verdrängt und dadurch eine Flutwelle ausgelöst wird, z. B. infolge eines Bergsturzes. Bricht die Stauanlage, wird von einem Versagen gesprochen.

Die Betreiberin einer Stauanlage trifft Vorkehrungen für den Fall, dass der sichere Betrieb der Anlage nicht mehr gewährleistet ist. Bund, Kantone und Gemeinden sorgen bei einem Notfall für die Verbreitung von Verhaltensanweisungen und die Evakuierung.

## Ereignisbeispiele

- 19. Mai 2020: Edenville- und Sanford-Damm. Michigan (USA)  
Durch Starkregen wurden die Dämme überflutet und beschädigt. Der Edenville-Damm brach. Die Städte Midland, Edenville und Sanford wurden bis zu 2.5 Metern überflutet. Zehntausend Bewohnende wurden evakuiert. Die ortsansässige Dow Cemicsals musste schliessen und den Hochwassernotfallplan aktivieren. Todesopfer sind keine bekannt.
- 11. März 2011: Fujinuma-Talsperre (Japan)  
Der Damm der Fujinuma-Talsperre brach infolge des Tohoku-Erdbebens (Magnitude 9.1). Anwohner berichteten, dass sie ein lautes Geräusch hörten, bevor sie eine Flutwelle sahen. Die Flutwelle spülte fünf Häuser weg, acht Personen wurden vermisst, wovon vier Leichen gefunden wurden.
- 9. Oktober 1963: Vajont-Staumauer (Italien)  
Während dem Aufstauen des Stausees rutschten auf einer Länge von 2 km rund 270 Mio. m<sup>3</sup> Gestein in den See, was fast dem doppelten Stauvolumen entsprach. Durch den Bergsturz überschwappten rund 25 Mio. m<sup>3</sup> Wasser die Mauerkrone und ergossen sich als grosse Flutwelle in das enge Tal. Dabei wurden die Stadt Longarone und die Ortschaften Faé, Villanova, Erto sowie fünf weitere vollständig zerstört. Bei der Katastrophe starben rund 2'000 Menschen. Mehr als die Hälfte der Leichen wurde nicht gefunden. Die Staumauer selbst blieb bei der Katastrophe weitgehend unbeschädigt.

## Referenzszenario

Hinweis: Da das Versagen eines Staudamms wesentlich wahrscheinlicher ist, als der Bruch einer Staumauer, wird als Referenzszenario ein Staudamm gewählt.

Infolge eines Starkbebens bilden sich im Damm der Stauanlage Reidbachweiher (Wädenswil) Risse, aus denen Wasser austritt. Die Dammkrone beginnt sich schnell zu setzen und es kommt zum Überströmen des Damms und zur Bildung einer Bresche im Damm. Ein Erdbeben in den Weiher löst zusätzlich eine Flutwelle aus und beschleunigt das Abtragen des Dammmaterials.

Das Wasser des Reidbachweihers läuft unkontrolliert aus. Die Flutwelle ergiesst sich mit einer Wasserhöhe von bis zu fünf Metern durch die angrenzenden Gewerbe- und Industriegebäude und trifft auf die Einsiedlerstrasse. Die Flutwelle ist auf der Strasse noch immer ca. vier Meter hoch und staut sich am Bahndamm der SOB-Linie, welche sie mit ca. zwei Metern Wasserhöhe überströmt. Anschliessend fliesst das Wasser über den Felshang entlang des Reidbachs ab. Dabei werden Wohn- und Gewerbegebäude geflutet.

Auf der Seestrasse beträgt die Abflusshöhe noch etwa zwei Meter. Schliesslich fliesst das Wasser über die SBB-Bahnlinie dem See zu. Die Bahnlinie wird unterspült und unbefahrbar. Wohn- und Gewerbegebäude unterhalb der Bahnlinie stehen ebenfalls unter Wasser.

Die Flutwelle benötigt etwa eine bis zwei Minuten bis zur Seestrasse.

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Die Wassermassen überfluteten rund 30 Gebäude in denen rund 300 Personen wohnen. Zusätzlich arbeiten im Überflutungsgebiet weitere 300 Personen.
- Rund zehn Häuser werden infolge der Überflutung unbewohnbar. Die betroffenen Personen müssen für einige Tage in Notunterkünften untergebracht werden,
- Eintretenshäufigkeit eines starken Bebens wird für den Kanton Zürich als 1x/3'000 Jahren geschätzt. Es ist davon auszugehen, dass es bei einem Starkbeben zu einer Beschädigung eines Damms im Kanton Zürich kommen kann. Bei den meisten Stauanlagen im Kanton ist jedoch mit einem geringeren Schadensausmass als im skizzierten Referenzszenario zu rechnen (Hinweis: Die Sihlseeestauanlagen sind auf stärkere Beben ausgerichtet. Ein Versagen der Sihlseeestauanlage ist äusserst unwahrscheinlich).

## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 5'000 bis 10'000 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	10 bis 30	Anzahl Personen
Schwerverletzte	20 bis 100	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	300 bis 1'000	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	50 bis 200	Mio. CHF
Umweltschäden	keine	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	0	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Abmessung des Absperrbauwerks, Volumen und Füllstand des Stauraumes, Bauform (Mauer oder Damm, Konstruktionsweise)
- Bruchscenario (Komplettversagen versus Teilversagen, Überströmen, Überschwappen)
- Auslöser (Hochwasser, Erdbeben, Terroranschlag, Erdrutsch)
- Vorwarnzeit (langsame Anzeichen für Bruch oder schnelles Ereignis)
- Topographie des betroffenen Gebiets
- Siedlungsdichte, Infrastrukturen etc. im Überflutungsbereich
- Andere gleichzeitige Ereignisse (Verfügbarkeit Einsatzkräfte → Evakuierung zu spät)
- Zeitpunkt: Tageszeit, Wochentag
- Verhalten der betroffenen Bevölkerung, Organisation, Einsatzkräfte und Behörden.

## Literatur / Planungsgrundlagen

- Notfallreglemente und Evakuierungspläne der Stauanlagen
- Art. 10, 11 und 12 Bundesgesetz über die Stauanlagen (StAG)
- Art. 11 und 27 Stauanlagenverordnung (StAV)
- Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen, Teil E: Notfallkonzept; BFE 2015
- AWEL-interne Berichte zu jeder Stauanlage im Kanton Zürich (2009)

# T5 KKW-Unfall

## Definition und Hintergrund

Jeder vom Normalbetrieb abweichende Anlagenzustand in einem Kernkraftwerk gilt als Störfall. Von einem KKW-Unfall wird gemäss internationaler Bewertungsskala für nukleare Ereignisse (INES) dann gesprochen, wenn die zusätzliche Strahlenexposition der Bevölkerung etwa der Höhe der natürlichen Strahlenexposition entspricht oder diese übersteigt ( $\geq$  INES 4).

Ein Unfallablauf wird in drei Phasen gegliedert: Vorphase vom Beginn des Unfalls bis zum möglichen Austritt von radioaktiven Stoffen (Minuten bis Tage), Wolkenphase vom Beginn austretender radioaktiver Stoffe bis Ende des Durchzugs der Partikelwolke (Stunden bis Tage) sowie Bodenphase geprägt durch die Strahlung des kontaminierten Bodens (Monate bis Jahrzehnte).

## Ereignisbeispiele

- Japan, INES 7 in Fukushima, 2011  
Am 11. März 2011 beschädigte ein Erdbeben der Magnitude 9.0 und insbesondere auch der nachfolgende Tsunami das Kernkraftwerk Fukushima Daiichi stark. Vier von sechs Reaktorblöcken wurden zerstört, in drei Blöcken kam es zu Kernschmelzen. Grosse Mengen an radioaktivem Material wurden freigesetzt und kontaminierten Luft, Böden, Wasser und Nahrungsmittel in der land- und meeresseitigen Umgebung. 100'000 bis 150'000 Einwohner mussten das Gebiet vorübergehend oder dauerhaft verlassen. Die Kosten der Katastrophe werden auf über 150 Mrd. EUR geschätzt.
- Ukraine, INES 7 in Tschernobyl, 1986  
Am 26. April 1986 explodierte der Kernreaktor aufgrund hohen Drucks im Containment nach einer Kernschmelze. Durch die Explosion und den anschliessenden Brand im Reaktor wurden grosse Mengen radioaktiver Stoffe in die Umwelt freigesetzt. Über 200 Personen starben an akuter Strahlenerkrankung, Hunderttausende wurden leicht verstrahlt.
- USA, Pennsylvania, INES 5 in Three Mile Island, 1979  
Infolge technischer Probleme erhitzen sich am 28. März 1979 die Brennstäbe derart, dass es zu einer partiellen Kernschmelze kam. Infolge gefilterter Druckentlastung wurden radioaktive Gase an die Umwelt abgegeben.
- Schweiz, INES 5 in Lucens, 1969  
Am 21. Januar 1969 kam es bei der Wiederinbetriebnahme des Schweizer Versuchsreaktors zu Problemen mit dem Kühlsystem, zur Überhitzung mehrerer Brennelemente und einer partiellen Kernschmelze. Nach dem Bersten eines Druckrohrs wurde die Reaktorkaverne stark verstrahlt und durch undichte Stellen entwichen radioaktive Gase in die Umwelt. Die Strahlendosen im Umfeld des Reaktors blieben unter den Grenzwerten, die zu vorsorglichen Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung geführt hätten.

## Referenzszenario

In einem Schweizer Kernkraftwerk kommt es zu einer Kernschmelze. Die NAZ informiert die kantonalen Behörden. Nachdem Radioaktivität in das Containment ausgetreten ist, ordnet

die NAZ Schutzmassnahmen an. Die zuständigen Behörden entscheiden sich gegen eine vorsorgliche, grossräumige Evakuierung. Die Bevölkerung wird per ICARO-Meldungen und über AlertSwiss informiert.

Nach mehreren Stunden schlägt das Containment leck, grosse Mengen radioaktiver Stoffe entweichen ungefiltert. Durch den herrschenden von Nordwesten kommenden Wind bewegt sich die radioaktive Wolke auch über den Kanton Zürich und regnet dort teilweise ab. Gemäss Dosis-Massnahmenkonzept (DMK) sind kurzfristige Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung erforderlich, beispielsweise der Aufenthalt in Haus oder Keller und die Einnahme von Jod-Tabletten.

Es kommt zu Fluchtreaktionen der Bevölkerung, die teilweise zu Unfällen führen. Durch den radioaktiven Niederschlag hat das Ereignis auch Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung. Zwar geben die verantwortlichen Fachstellen schon wenige Stunden nach dem Ereignis Entwarnung für die Trinkwassernutzung, doch die Bevölkerung ist teilweise massiv verunsichert, es kommt zu Hamsterkäufen von Trinkwasser in Flaschen aber auch Nahrungsmitteln.

Die Bevölkerung fordert regelmässige und umfassende Informationen über die aktuelle Situation. Es entsteht insbesondere ein hoher Bedarf an medizinischer Beratung für verängstigte Personen sowie an Messungen zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit. Da im Durchzugsgebiet der radioaktiven Wolke der Boden langfristig kontaminiert wird, haben die produzierenden Betriebe Mühe und Mehraufwand, um ihre Güter abzusetzen. Es kommt während der folgenden Jahre im Kanton Zürich wie auch in grossen anderen Teilen der Schweiz zu starken wirtschaftlichen Einbussen. Der Tourismus in der Schweiz und insbesondere auch im Kanton Zürich bricht für einige Monate bis Jahre zusammen.

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls der Stufe INES 5/INES 6 in der Schweiz, bei dem der Kanton Zürich direkt betroffen ist, wird in Anlehnung an „Katastrophen und Notlagen Schweiz“ des BABS und die EU-Stresstests für die Kraftwerke Leibstadt, Beznau und Gösgen auf rund  $10^{-6}$  bis  $10^{-7}$  pro Jahr geschätzt. Im Durchschnitt tritt ein entsprechendes Ereignis also einmal in einer Million bis zehn Millionen Jahren ein.
- Zwischen dem Unfalleintritt und der Freisetzung besteht eine Vorwarnzeit von einigen Stunden. Diese kann genutzt werden, um die Bevölkerung zu warnen und Verhaltensanweisungen zu erteilen. Panische Reaktionen von Teilen der Bevölkerung lassen sich dadurch aber nicht vermeiden. Der KKW-Unfall selbst fordert keine Todesopfer, jedoch kommt es zu einigen Verkehrstoten aufgrund von Unfällen bei panischer Flucht.
- Teilweise müssen Personen mit Arbeitsort im Kanton Zürich temporär untergebracht werden, da sie vorläufig nicht an ihren stärker betroffenen Wohnort zurückkehren können. Vereinzelt müssen Kinder und pflegebedürftige Personen temporär betreut werden, solange sich deren Bezugspersonen im geschützten Aufenthalt an ihrem Arbeitsort befinden.
- Während der Dauer des geschützten Aufenthalts sind Personal-Schichtwechsel erschwert. Insbesondere in Pflegestätten führt dies vorübergehend zu Personalengpässen.
- Der Boden ist in Windrichtung in bis zu 70 km Entfernung vom KKW so stark kontaminiert, dass landwirtschaftliche Erzeugnisse für etwa zwei Monate nicht auf den Markt gebracht werden dürfen. Die kontaminierte Fläche beschränkt sich in ihrer Breite auf rund

20 km, der Markt für Produkte aus der Region – auch ausserhalb der kontaminierten Fläche – bricht allerdings vollständig zusammen. Für das kontaminierte Gebiet gilt ebenfalls während etwa zwei Monaten ein Weideverbot.

- Viele Personen meiden das kontaminierte Gebiet weiträumig. Geschäfte bleiben geschlossen, teilweise werden auch Strassen und Bahnlinien gesperrt. Es sind keine längerfristigen Umsiedlungen notwendig.
- Mancherorts ist eine Dekontamination notwendig, die nur durch Abtragen der obersten Bodenschicht erfolgen kann. Die fachgerechte Entsorgung des kontaminierten Materials (auch viel Wasser) ist eine grosse Herausforderung und mit hohen Kosten verbunden.
- Die Kurse an der Schweizer Börse fallen massiv ab, der Schweizer Franken schwächt sich ab und die Leistungsfähigkeit der Schweiz reduziert sich. Die wirtschaftlichen Einbussen im Kanton Zürich sind hoch (Annahme rund 6 Mrd. CHF).

## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 1 Mio. bis 10 Mio. Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	5 bis 20	Anzahl Personen
Schwerverletzte	20 bis 50	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	50'000 * 3 Tage bis 100'000 * 10 Tage	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	10 Mrd. bis 20 Mrd.	CHF
Umweltschäden	katastrophal	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	0 bis 10'000 Personen * 2 Tage	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Art des Unfalls (langsam, schnell, mit oder ohne Explosion etc.)
- Menge der freigesetzten Strahlung, Dauer der Druckentlastung
- Funktionsfähigkeit der Filteranlage
- Windrichtung und -stärke, Niederschlag
- Zeitpunkt: Tageszeit, Wochentag, Jahreszeit
- Verhalten der Bevölkerung, betroffener Organisationen, der Einsatzkräfte und verantwortlicher Behörden

## Literatur / Planungsgrundlagen

- Kernenergiegesetz (KEG); SR 732.1, Stand: 1. Januar 2018
- Strahlenschutzverordnung (StSV), SR 814.501, Stand: 1. Februar 2019
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS, 2015: Gefährdungsdossier KKW-Unfall. Nationale Gefährdungsanalyse Katastrophen und Notlagen in der Schweiz. Eine Risikobeurteilung aus der Sicht des Bevölkerungsschutzes. Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Bern.
- Schweizerisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI, Arbeitsgruppe zur IDA NOMEX-Massnahme 14: Überprüfung der Referenzszenarien, April 2014
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz. Labor Spiez (2015): Referenzszenarien ABCN
- Bundesamt für Gesundheit BAG, 2007. Radioaktivität und Strahlenschutz.
- Eidgenössische Kommission für ABC-Schutz (KomABC): Umsetzung Dosis-Massnahmenkonzept (DMK): Massnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach einem Kernkraftwerkunfall. 18. November 2003.



# T6 Gefahrgutunfall Schiene

## Definition und Hintergrund

Gefährliche Güter (Gefahrgüter) sind Stoffe, die eine gefährliche Eigenschaft für Mensch, Tier und Umwelt haben können (ASTRA, 2012).

Gefahrgutunfälle sind Ereignisse, die beim Verladen, Befördern, Rangieren, Entladen oder während eines transportbedingten Aufenthaltes von gefährlichen Gütern Mensch oder Umwelt gefährden (SUST, 2014).

Dieses Gefährdungsdossier behandelt Unfälle mit gefährlichen Gütern, die sich beim Transport mit der Eisenbahn ereignen können.

## Ereignisbeispiele

- Juli 2013, Lac-Mégantic (Quebec), Kanada: Explosion Rohöl-Kesselwagen  
Der Eisenbahnunfall ereignete sich am 6. Juli 2013 gegen 1:15 Uhr in der Kleinstadt Lac-Mégantic in der kanadischen Provinz Québec. Der Zug transportierte Rohöl in 72 Kesselwagen aus North Dakota zu einer Raffinerie in New Brunswick. Wegen eines Bremsversagens entgleisten in einer scharfen Kurve 63 Kesselwagen. Das aus den Kesselwagen auslaufende Rohöl geriet teilweise explosionsartig in Brand, mindestens 47 Menschen starben, mehr als 30 Gebäude wurden zerstört und 2'000 Bewohner vorübergehend evakuiert. Nachdem etwa 100'000 Liter Rohöl in den Rivière Chaudière geflossen waren, drohte eine Ölpest. Die Kosten für die Beseitigung der Schäden beliefen sich auf 8 Mio. kanadische Dollar.
- Januar 2005, Graniteville, USA: Ein mit Chlorgas gefüllter Bahn-Kesselwagen zerriss und entliess rund 82 Tonnen Gas in die Umgebung. Zehn Menschen starben, rund 250 Menschen wurden wegen Chlorvergiftung behandelt und 5'400 Menschen mussten evakuiert werden.
- Januar 2002, Minot (North Dakota), USA: Freisetzung von Ammoniak  
Am 18. Januar 2002 entgleiste ein Güterzug bei Minot, North Dakota. Er bestand aus 112 Güterwagen und führte unter anderem Kesselwagen mit Ammoniak. Um 1:37 Uhr entgleisten 31 Güterwagen in einer Weiche. Dabei wurden fünf Kesselwagen beschädigt. 1'100 Kubikmeter des ätzenden und giftigen Gases traten aus, zwei Kesselwagen explodierten. Dabei starb ein Anwohner, 11 Menschen wurden schwer, 322 leicht verletzt, etwa 1'000 begaben sich in ärztliche Behandlung. Das Gebiet um die Unfallstelle musste grossräumig evakuiert werden, insgesamt waren rund 11'600 Menschen betroffen. Der Sachschaden betrug mehr als 10 Mio. USD.
- März 1994, Affoltern, Schweiz: Brand Benzin-Kesselwagen  
Über die eingleisige Bahnstrecke Wettingen-Seebach war ein Güterzug mit 20 Kesselwagen mit Benzin und Superbenzin unterwegs. Kurz vor dem Bahnhof Zürich-Affoltern trat ein technischer Defekt auf, der zur Entgleisung des siebten Wagens führte. Er durchbrach eine die Gleise begleitende Betonmauer und kippte um. Dabei rammte er auch einen der Betonmasten der Hochspannungsleitung, der umstürzte. Der Wagen schlug

dabei leck. Durch Funkenschlag der gerissenen Hochspannungsleitung entzündete sich das freigesetzte Benzin. Es kam zu mehreren Explosionen.

## Referenzszenario

Aufgrund eines Defekts an einer Weiche entgleist ein Güterzug kurz vor dem Bahnhof einer mittelgrossen Stadt im Kanton Zürich. Dabei stürzen einzelne Wagen um. Ein Ethylenoxid Kesselwagen schlägt dabei leck. Ein Grossteil des druckverflüssigten Ethylenoxids strömt aus, verbreitet sich und explodiert. Es gibt einen Feuerball mit Hitze und Druckwirkung. Ausserdem breitet sich die giftige Wolke über die in Windrichtung gelegenen Stadtquartiere aus.

Zum Zeitpunkt des Unfalls befinden sich in der Umgebung viele Personen im Freien, am Bahnhof sowie auf öffentlichen Plätzen. Innerhalb eines Umkreises von ca. 200 m besteht akute Lebensgefahr.

Die Bevölkerung wird alarmiert und aufgefordert, ihre Häuser nicht zu verlassen. Parallel dazu beginnen die Einsatzkräfte mit einer grossräumigen Absperrung des Gebietes, das von der Ethylenoxidwolke betroffen ist. Die Versorgung von verletzten Personen kann erst anlaufen, nachdem die Ethylenoxidgaskonzentration unter ein kritisches Mass gesunken ist. Aus Kapazitätsgründen muss ein Teil der Verletzten in weit entfernte Spitäler transportiert werden. Naheliegende Gebäude und die Eisenbahninfrastruktur werden durch die Explosion beschädigt.

Innerhalb einiger Stunden hat die Feuerwehr den Brand unter Kontrolle. Die betroffene Bevölkerung kann ihre Häuser wieder verlassen. Wenige Stunden später sind alle Verletzten versorgt, die spitalmedizinische Betreuung benötigen. Der Bahnverkehr ist einige Tage stark eingeschränkt oder eingestellt.

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 Störfall aber keine relevanten Auswirkungen auf die Gesellschaft.

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Im Kanton Zürich gibt es rund 100 km Bahnstrecke mit Gefahrguttransport. Gemäss Methodik zum Screening von Personenrisiken beim Transport gefährlicher Güter auf der Bahn des Bundesamts für Verkehr liegt die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses mit dem Leitstoff Ethylenoxid für diese Strecke bei rund  $10^{-6}$ . Annahme: ein Ereignis in 100'000 bis 1 Mio. Jahren.
- Die Explosion führt zu mehreren Todesopfern und Schwerverletzten in der Umgebung der Unfallstelle.
- Mehrere Personen benötigen medizinische Unterstützung. Aufgrund von Schäden an Gebäuden müssen vereinzelt Personen untergebracht und betreut werden.
- Finanzieller Schaden entsteht an der Bahninfrastruktur sowie den betroffenen Gebäuden. Dazu kommen Entsorgungs- und Bewältigungskosten.
- Es wird davon ausgegangen, dass es keine relevanten Auswirkungen für die Umwelt gibt.



## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 100'000 bis 1 Mio. Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	50 bis 100	Anzahl Personen
Schwerverletzte	200 bis 300	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	500 * 2 Tage bis 5000 * 3 Tage	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	50 bis 100	Mio. CHF
Umweltschäden	gering	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	0	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Eigenschaften des Gefahrgutes (brennbar, explosiv, toxisch, umweltgefährdend, Aggregatzustand, Zündtemperatur etc.)
- Transportierte Menge je Behälter und Anzahl transportierte Behälter
- Konstruktion und Auslegung der Transportbehälter, Art der Freisetzung (spontan oder kontinuierlich [Grösse des Lecks, Dauer der Freisetzung])
- Gefahrgutwirkung:
- Zeitpunkt der Zündung bei brennbaren Gütern (keine, verzögert oder sofort)
- Sekundärwirkungen (z. B. Eindringen in Kanalisation, Bildung explosiver Dämpfe oder Gase)
- Mögliche Interaktionen zwischen verschiedenen Gefahrgütern auf demselben Zug
- Meteorologische Bedingungen (Temperatur, Sonnenschein, Windstärke und -richtung, Regen etc.)
- Merkmale des betroffenen Gebiets (z. B. Bevölkerungs- und Bebauungsdichte, Exposition von Sachwerten, Vorhandensein stark frequentierter Bereiche [Schulen, Einkaufszentren usw.], Vorkommen Risikobetriebe, Vorkommen verletzbarer Ökosysteme [oberirdische/unterirdische Gewässer, Boden, Fauna usw.], Topografie/Gelände des betroffenen Gebiets (Gefahrgutausbreitung, Selbst- oder Fremddrettungsmöglichkeiten usw.)
- Fluchtmöglichkeiten und Verhalten der Betroffenen

## Literatur / Planungsgrundlagen

- Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung StFV), 1991, SR 814.012
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015), Nationale Gefährdungsanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» KNS, Dossier Gefahrgutunfall Schiene,



[www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gebraehrdrisiken/natgebraehrdanalyse/gebraehrd-dossier.html](http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gebraehrdrisiken/natgebraehrdanalyse/gebraehrd-dossier.html)

- Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle (SUST), [www.sust.admin.ch](http://www.sust.admin.ch)
- Bundesamt für Verkehr (BAV), Risiken für die Bevölkerung beim Transport gefährlicher Güter auf der Bahn – Methodik & Datenaufbereitung Screening Personenrisiken 2014 (Methodikbericht Screening Personenrisiken 2014), Februar 2015



# 3 Gesellschaft



G1 Pandemie

46



G2 Cyber-Angriff

50



G3 Terroranschlag

53



G4 Tierseuche

58

# G1 Pandemie

## Definition und Hintergrund

Infektionskrankheiten können durch verschiedene Krankheitserreger oder Pathogene (Bakterien, Viren, Pilze, Parasiten, selten Prionen) hervorgerufen werden. Eine Infektionskrankheit wird in verschiedene Phasen eingeteilt:

- Infektion: Die Ansteckung; Krankheitserreger dringen in den Körper ein.
- Inkubation: Die Krankheitserreger vermehren sich. Als Inkubationszeit wird die Zeit zwischen der Ansteckung und dem Auftritt erster Symptome bezeichnet.
- Krankheit: Auftreten von Symptomen oder Symptomkomplexen (Syndrom). Diese Symptome sind in der Regel mit strukturellen und/oder funktionalen Störungen von Organen verbunden.
- Gesundung: Die Krankheitserreger werden durch das Immunsystem (oder zugeführte Medikamente) getötet. Der Körper erholt sich.

Ein stark gehäuftes Auftreten einer Infektionskrankheit innerhalb eines bestimmten Zeitraums und einer bestimmten Region oder Bevölkerung wird «Epidemie» genannt. Unter «Pandemie» versteht man eine zeitlich begrenzte, weltweite massive Häufung von Erkrankungen. Pandemien werden vorwiegend durch Viren ausgelöst.

## Ereignisbeispiele

- 2020, weltweit, COVID-19-Pandemie:  
Ausgehend von China breitete sich das SARS-CoV-2-Virus ab Anfang 2020 weltweit aus. In verschiedenen Ländern führte die Pandemie zu einer Überlastung des Gesundheitswesens. Durch einschneidende Schutzmassnahmen (Lockdown) entstand weltweit ein extremer wirtschaftlicher Schaden. Bis Mai 2021 (Redaktionsschluss Bericht) gab es in der Schweiz knapp 700'000 Infizierte, über 10'000 Todesopfer waren zu verzeichnen. Der Bundesrat stellte finanzielle Hilfen in Höhe vieler Milliarden Franken zur Verfügung.
- 2003, weltweit, SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) breitete sich weltweit aus. Auch wenn insgesamt nur knapp 1'000 Menschen weltweit starben (in der Schweiz eine infizierte aber wieder genesene Person), so hatte SARS dennoch den Charakter einer Pandemie.
- Die «spanische Grippe» (Subtyp H1N1) wütete von 1918 bis 1920 und forderte zwischen 25 und 50 Millionen Todesopfer. Eine Besonderheit dieser Pandemie war, dass ihr vor allem 20- bis 40-jährige Menschen erlagen, während Influenzaviren sonst besonders Kleinkinder und alte Menschen gefährden. Allerdings ging damals der 1. Weltkrieg zu Ende mit entsprechenden hygienischen Verhältnissen und Ansammlungen von jungen Leuten in Kasernen und Lazaretten. Zudem starb ein beträchtlicher Anteil der Erkrankten an bakteriellen Superinfektionen.
- Weitere Beispiele von Influenzapandemien sind die «asiatische Grippe» (Subtyp H2N2, 1957-1958, ca. 1,5 Mio. Todesopfer), die «Hongkong-Grippe» (Subtyp H3N2, 1968-1970, ca. 800'000 Todesopfer), die «russische Grippe» (Subtyp H1N1, 1977, ca. 700'000 Todesopfer) und die «Schweinegrippe» (Subtyp A/H1N1, 2009, laborbestätigt 18'000 Todesopfer, geschätzt ca. 300'000 Todesopfer).

## Referenzszenario

Ein hochansteckendes Virus tritt drei Monate nach den ersten nachgewiesenen Fällen in Asien auch in der Schweiz und im Kanton Zürich auf. Aufgrund der leichten Übertragbarkeit via Tröpfcheninfektion werden im Verlauf der Pandemie 25 % der Zürcher Bevölkerung infiziert, davon 2,5 % hospitalisiert und rund 15 % der Hospitalisierten auf Intensivstationen betreut. 0,4 % der Erkrankten überleben die Krankheit nicht. Ein Impfstoff ist erst nach mehreren Monaten und anfänglich nur für die Risikogruppen verfügbar, im Kanton werden Impfzentren eingerichtet.

Schätzungsweise bleibt rund ein Viertel der beschäftigten Personen während einer Pandemiewelle von zwölf Wochen durchschnittlich während fünf bis acht Tagen der Arbeitsstelle fern. Die Anzahl Absenzen am Arbeitsplatz kann jedoch viel grösser sein, da auch gesunde Arbeitnehmende zur Betreuung kranker oder möglicherweise angesteckter (Quarantäne) Familienmitglieder zu Hause bleiben oder der Arbeit fernbleiben aus Angst, sich anstecken zu können. Es ist möglich, dass zwischen 10 und maximal 40 % der Beschäftigten gleichzeitig der Arbeit fernbleiben.

Bei einer Pandemie ist das Gesundheitswesen doppelt betroffen: Erstens steigen die Patientenzahlen massiv an und zweitens gibt es auch beim Gesundheitspersonal viele Absenzen. Die Verunsicherung in der Bevölkerung ist zunächst gross, vor allem so lange noch keine wirksame Therapie und kein Impfstoff vorhanden sind. Temporär kommt es zu Hamsterkäufen.

Es entsteht ein hoher wirtschaftlicher Schaden, vor allem in den Sektoren Hotellerie, Gastgewerbe, Verkehr, Kultur und Sport, da diese besonders von Hygiene- und Schutzmassnahmen betroffen sind. In der Folge steigt die Anzahl Personen, die Kurzarbeit machen, aber auch die der Arbeitslosen deutlich. Viele Unternehmen gehen Konkurs und die wirtschaftlichen Folgen belasten die öffentlichen Haushalte schwer.

## Annahmen für Risikoabschätzung

*Hinweis: die Schätzungen für die Risikoberechnung wurden im Frühjahr 2020 durchgeführt und basieren auf dem Referenzszenario «Influenza-Pandemie» des Bundes.*

- Bevölkerung Kanton Zürich: 1,5 Mio. betroffene Personen: 375'000 Erkrankte (25 %), 9'400 Hospitalisierte, davon 1'400 Intensivpflegebedürftige und 1'500 Todesfälle.
- KNS schätzt für die Betreuung von älteren Personen und Kindern, deren übliche Betreuung wegen Krankheit entfällt, rund 1,3 Mio. Personentage. Proportional zum Bevölkerungsanteil des Kantons Zürich ergibt dies 230'000 Personentage. Der Aufwand zur Betreuung von Unterstützungsbedürftigen gilt es ebenfalls abzuschätzen. Angenommen werden zwischen 350'000 Personentagen (fünf Prozent der Bevölkerung fünf Tage) und 800'000 Tagen (zehn Prozent der Bevölkerung für fünf Tage).
- Die Leistungsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft wird wegen Arbeitsausfällen um etwa 5 Mrd. CHF reduziert (Annahme Katastrophen und Notlagen Schweiz, Risikobericht 2012). Davon fallen gemäss Anteil des BIP Zürich am BIP der Schweiz rund 20 %, also rund 1 Mrd. CHF, im Kanton Zürich an.



## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 40 bis 80 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	1'000 bis 2'000	Anzahl Personen
Schwererkrankte	8'000 bis 12'000	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	300'000 bis 800'000	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	1.5 bis 2.5 Mrd.	CHF
Umweltschäden	keine	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	0	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Erreger: Art (Bakterien, Viren, Pilze, Parasiten, Prionen); Übertragungswege (z. B. Tröpfcheninfektion, Insektenstiche); Übertragungsfähigkeit; Letalität und Morbidität beim Menschen
- Schutzmöglichkeiten (Impfung, Masken, Desinfektion, Moskitonetze etc.)
- Therapeutische Möglichkeiten (Medikamente) und Verfügbarkeit der therapeutischen Infrastruktur (z. B. Kapazität Intensivstationen, Beatmungsgeräte etc.)
- Impfstoffverfügbarkeit
- Betroffener Teil der Bevölkerung (Risikogruppen)
- Jahreszeit
- Verhalten von medizinischem Personal, pharmazeutischer Industrie und verantwortlicher Behörden  
Reaktion der Bevölkerung (übertragungsfördernd oder -verhindernd)

## Literatur / Planungsgrundlagen

- Bundesamt für Gesundheit (BAG): Website zum Neuen Coronavirus, [www.bag.admin.ch/bag/de/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien/aktuelle-ausbrueche-epidemien/novel-cov.html](http://www.bag.admin.ch/bag/de/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien/aktuelle-ausbrueche-epidemien/novel-cov.html)
- Bundesamt für Gesundheit (2018): Influenza-Pandemieplan Schweiz. Strategien und Massnahmen zur Vorbereitung auf eine Influenza-Pandemie. [www.bag.admin.ch/bag/de/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien/pandemievorbereitung/pandemieplan.html](http://www.bag.admin.ch/bag/de/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien/pandemievorbereitung/pandemieplan.html)
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015), Nationale Gefährdungsanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS). Dossier. [www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefaehrdrisiken/natgefaehrdanalyse/gefaehrdossier.html](http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefaehrdrisiken/natgefaehrdanalyse/gefaehrdossier.html)





- Gesundheitsdirektion Kanton Zürich, 2016: [Pandemieplan](#) des Kantons Zürich, Version 10/2016.



# G2 Cyber-Angriff

## Definition und Hintergrund

Ein Cyber-Angriff zeichnet sich durch folgende Merkmale aus: Die Attacken erfolgen computerbasiert über Informationstechnik-Infrastrukturen. Betroffen sind Staat, Wirtschaft und/oder Gesellschaft. Die Angriffe können individuell (z. B. durch frustrierte Mitarbeitende), politisch oder gesellschaftlich motiviert sein. Der Angriff richtet sich sowohl gegen digitale Güter (z. B. schützenswerte Informationen) als auch Personen oder physische Güter.

Die Gefährdung durch einen Cyber-Angriff geht vor allem von der Vernetzung von Informations- und Kommunikationstechnologie mit kritischen Infrastrukturen aus, wie z. B. Energie, Verkehr oder Finanzen.

Im Gegensatz dazu steht bei der «Cyber-Kriminalität» die finanzielle Bereicherung im Vordergrund.

## Ereignisbeispiele

- Mai 2020, Stadler Rail: Cyberkriminelle drangen Anfang Mai ins IT-Netzwerk des Schienenfahrzeugbauers Stadler ein und verlangten sechs Millionen Dollar in Bitcoin. Um ihrer Erpressung Nachdruck zu verleihen, veröffentlichten sie Ende Mai einen Teil der gestohlenen Daten auf Twitter. Das Unternehmen weigerte sich weiter Geld zu überweisen. Ende Juli veröffentlichten die Kriminellen weitere Daten im Darknet. Gestohlen wurden rund vier Gigabyte Daten und 10'000 teils vertrauliche Dokumente. Trotz des Datendiebstahls lief die Produktion der Züge und das Servicegeschäft weiter. Das Unternehmen konnte auf erstellte Sicherheitskopien zurückgreifen.
- September 2019, Uniklinik Düsseldorf: Infolge eines Ransomware-Angriffs wurde die IT des Krankenhauses für mehrere Tage lahmgelegt. Das Spital konnte nur einen Minimalbetrieb aufrechterhalten, die Notaufnahme wurde geschlossen. Eine Patientin starb bei der Verlegung in ein anderes Krankenhaus. Die Täter forderten von der Universität Lösegeld in Form von Bitcoins. Als die Polizei die Täterschaft informierte, dass sie nicht die Universität sondern das Krankenhaus lahmgelegt hatten, schickten diese einen digitalen Schlüssel mit dem die Verschlüsselung aufgehoben werden konnte.
- Juni 2019, Lake City, Florida: Cyberkriminelle griffen die Stadtverwaltung der US-Kleinstadt erfolgreich an, verschlüsselten die Daten der Verwaltung und forderten Lösegeld von rund 500'000 Dollar. Eine Woche nach der Tat zahlte die Stadt das Lösegeld und erhielt daraufhin den kryptographischen Code zur Entschlüsselung der Daten.

## Referenzszenario

Durch das Öffnen eines Mail-Anhangs wird der Computer eines Mitarbeitenden der kantonalen Verwaltung mit Schadsoftware infiziert. Die Schadsoftware breitet sich über mehrere Monate unbemerkt im Netzwerk des Kanton Zürich aus und befällt die kantonale IKT-Basisinfrastruktur sowie auch Fachapplikationen der Direktionen und der Staatskanzlei. An einem Sonntagabend werden die Angreifer aktiv und verschlüsseln sämtliche Nutz- und Konfigurationsdaten der kantonalen Verwaltung.

Die 20'000 Arbeitsgeräte der Mitarbeitenden sind damit allesamt verschlüsselt. Noch schlimmer wirkt sich der Verschlüsselung der Systeme in der Grundversorgung aus – Basisdienste sowie Kantonsapplikationen stehen den Direktionen und der Staatskanzlei nicht mehr zur Verfügung. Ebenfalls betroffen sind e-Government-Services für die Bevölkerung. Die Ausfälle in der IKT-Grundversorgung haben auch Auswirkungen auf den Flughafen; temporäre Reisepässe können am Flughafen Zürich nicht mehr ausgestellt werden.

Der Kanton Zürich wird aufgefordert, 5 Mio. USD in Form von Bitcoins zu zahlen, damit die verschlüsselten IT-Infrastruktur und Daten von den Angreifern wieder freigegeben werden. In einer Notsitzung entscheidet der Regierungsrat dieser Lösegeldforderung nicht nachzukommen.

Die Cyberkriminellen verleihen ihrer Forderungen Nachdruck und veröffentlichen gestohlene Daten aus dem Steueramt sowie aus der Direktion für Justiz und Inneres. So sind beispielsweise die Steuererklärungen von im Kanton Zürich angesiedelten Konzernen sowie der Bevölkerung frei im Internet zugänglich, ebenfalls publiziert werden geheime und vertrauliche Dokumente aus der Staatsanwaltschaft.

Die Wiederherstellung der Basis IKT-Infrastruktur (Netzwerk, IT-Plattformen, Active Directory, Arbeitsplatzgeräte der Mitarbeitenden) in der Grundversorgung nimmt insgesamt drei Wochen in Anspruch. Nach und nach werden die Fachapplikationen in den Direktionen und der Staatskanzlei hochgefahren. In der Volkswirtschaftsdirektion stellt sich heraus, dass auch sämtlich Backups durch die Schadsoftware verschlüsselt worden sind und nicht mehr gerettet werden können. In Folge des Datenverlustes müssen beispielsweise sämtliche Sozialhilfeanträge der letzten zwei Jahre nochmals eingereicht werden.

Nach insgesamt acht Wochen kann die IT-Infrastruktur der kantonalen Verwaltung von der Schadsoftware befreit werden. Die IT-Services sowie IT-Applikationen stehen der kantonalen Verwaltung nun wieder wie gewohnt zu Verfügung.

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Spitäler und Kantonsapotheke sollten nicht betroffen sein.  
Hinweis: Die Abhängigkeiten und Auswirkungen auf Dritte des Referenzszenarios sind weitgehend unklar.
- Das kantonale Labor ist von der Datenverschlüsselung ebenfalls betroffen, mit Umweltschäden ist jedoch nicht zu rechnen. Die Abhängigkeiten und Folgen des Referenzszenarios sind jedoch noch zu klären.



## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 50 bis 100 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	0 bis 5	Anzahl Personen
Schwererkrankte	0 bis 10	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	0	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	30 bis 80 Mio.	CHF
Umweltschäden	Keine	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	20'000 Personen * 30-60 Tage	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Zeitpunkt des Ausfalls und Dauer
- Betroffene Dienste, Sektoren, Kunden
- Grad der Verbreitung und Vernetzung betroffener Systeme (Kaskadeneffekte)
- Grad des Datenverlustes

## Literatur / Planungsgrundlagen

- Nationales Zentrum für Cybersicherheit (NCSC), [www.melani.admin.ch](http://www.melani.admin.ch)
- Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (2018): Minimalstandard zur Verbesserung der IKT-Resilienz
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015): Nationale Gefährdungsanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS). Dossier [Ausfall Informations- und Kommunikationstechnologien](http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefuehrdrisiken/natgefuehrdanalyse/gefuehrddossier.html), siehe auch: <http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefuehrdrisiken/natgefuehrdanalyse/gefuehrddossier.html>
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2020): Nationale Gefährdungsanalyse. Gefährdungsdossiers Cyberangriff, Ausfall Rechenzentrum, Mobilfunkausfall
- Melde- und Analysestelle Informationssicherung (MELANI): Halbjahresberichte. [www.melani.admin.ch/melani/de/home/dokumentation/berichte/lageberichte.html](http://www.melani.admin.ch/melani/de/home/dokumentation/berichte/lageberichte.html).

# G3 Terroranschlag

## Definition und Hintergrund

Ein Terroranschlag ist ein gewalttätiger, nicht-militärischer Angriff, der auf die möglichst weitreichende Verbreitung massenpsychologischer Effekte (Unsicherheit, Angst und Schrecken) abzielt. Die Tat wird durch die zu erwartende mediale Aufmerksamkeit als Terrorakt inszeniert. Zudem geht es in vielen Fällen darum, ein politisches Zeichen für oder gegen Staaten und deren Bevölkerung oder gegen die politische, kulturelle oder religiöse Ordnung zu setzen.

Ziel des Angriffs können Personen, Tiere, Güter oder die Umwelt sein. Je nach Beweggrund und Zielsetzung der Täterschaft kann sich ein Anschlag gegen bewusst ausgewählte Ziele oder gegen zufällig anwesende Personen richten.

## Ereignisbeispiele

### Konventionelle Anschläge

- 2020, Wien  
Ein Sympathisant der Terrororganisation «Islamischer Staat» erschoss in der Wiener Innenstadt vier Personen und verletzte 23 Personen zum Teil schwer. Der Täter wurde acht Minuten nach Tatbeginn von der Polizei erschossen.
- 2016, Berlin  
Beim Anschlag auf einen Berliner Weihnachtsmarkt steuerte ein Terrorist einen Sattelzug in eine Menschenmenge. Zuvor hatte er den Fahrer erschossen und das Fahrzeug geraubt. Durch die Kollision mit dem Lkw starben elf Besuchende des Weihnachtsmarktes, 55 Besuchende wurden zum Teil schwer verletzt.
- 2016, Brüssel  
Eine Terrorgruppe verübte am Morgen mehrere koordinierte Selbstmordattentate am Flughafen Brüssel-Zaventem sowie am U-Bahnhof Maalbeek/Maelbeek. 35 Menschen starben, 300 wurden teilweise schwer verletzt. Die Täter setzten Nagelbomben ein, die zu heftigen Explosionen führten.
- 2015, Paris  
Eine Terrorgruppe verübte an einem Freitagabend mehrere Anschläge an verschiedenen Orten in Paris. Ziele waren ein Fussballspiel, ein Rockkonzert sowie Cafés und Restaurants. Die Täter setzten Sturmgewehre, Handgranaten und Sprengstoffgürtel ein. 130 Menschen wurden getötet und 352 verletzt, davon 97 schwer.
- 2004, Madrid  
Innerhalb von zehn Minuten explodierten in vier Vorortzügen insgesamt zehn Bomben: 191 Tote, rund 1'800 Verletzte. Mehrere Hundert Rettungskräfte waren stundenlang im Einsatz.

### **Anschläge mit Einbezug von ABC-Agenzien**

— 2018, Rizin-Fund in Köln

Beim Rizinfund in Köln wurden in einer Wohnung bis zu eintausend toxische Dosen des Giftstoffs Rizin sichergestellt. Nach Einschätzung des deutschen Verfassungsschutzes wollte der Beschuldigte „sehr wahrscheinlich“ einen B-Terroranschlag ausführen.

— 2001, Briefe mit Anthrax-Sporen in den USA

Nachrichtensender, Zeitungen und Politiker erhielten Briefsendungen mit weißem Pulver. Es stellte sich heraus, dass die Briefe Sporen des Milzbrand-Erregers (Anthrax) enthielten. 22 Personen entwickelten in der Folge eine Milzbrand-Infektion, fünf davon starben an dieser. Zwei der Todesopfer kamen auf unbekannte Weise mit dem Erreger in Kontakt, vermutlich über Kreuzkontamination. Zusätzlich zu den gesundheitlichen Folgen resultierte ein immenser Aufwand zur Identifikation und Dekontamination von betroffenen Gebäuden und Anlagen. Der wirtschaftliche Schaden dieser Anschläge wird auf etwa 1 Mrd. USD geschätzt. Eine Folge der Anschläge waren zudem schärfere Anti-Terror-Gesetze (USA Patriot Act).

— 1995, Tokio (J); Sarin-Attentat auf U-Bahn

Das Attentat durch die Sekte Ōmu Shinrikyō erfolgte während der morgendlichen Stosszeit in der Tokioter U-Bahn. In fünf gleichzeitig einfahrenden Zügen platzierten die Sektenmitglieder insgesamt elf Plastikbeutel, die das Nervengift Sarin enthielten. Kurz vor dem Aussteigen durchbohrten sie die Beutel, um das flüssige Sarin freizusetzen. Das verdampfende Sarin breitete sich innerhalb der betroffenen U-Bahnzüge und in 15 Stationen aus. Der Anschlag forderte 13 Todesopfer, weiter wurden zirka 1'000 Personen verletzt, 37 davon schwer. In den Krankenhäusern meldeten sich zusätzlich ca. 5'000 Personen.

Bis heute gibt es weltweit keinen Anschlag mit einer «dirty bomb». Hingegen ist bekannt, dass militante Gruppierungen schon versucht haben, an radioaktives Material zu gelangen, das möglicherweise für eine «dirty bomb» hätte verwendet werden sollen.

## Referenzszenario

Im Hauptbahnhof Zürich kommt es am Morgen während der Stosszeit im Pendlerverkehr zu einer Schiesserei. Wenige Minuten später explodiert in zwei vollbesetzten Zügen je ein Sprengsatz. Die Anschläge fordern zahlreiche Todesopfer sowie Schwerverletzte, darunter Kinder, teilweise mit schweren Verbrennungen. Viele Personen erleiden zudem schwere Traumata. Auch bei den nicht direkt betroffenen Personen im Bahnhof treten Panikreaktionen auf. Die Polizei erhält widersprüchliche Hinweise zum Verbleib der um sich schiessenden Täterschaft. Rund um den Bahnhof kommt es zum Verkehrskollaps, die personellen Ressourcen der Rettungskräfte sind aufgrund der Grösse des Ereignisses erschöpft. Nach den Anschlägen werden Bekennerschreiben veröffentlicht, die darauf hinweisen, dass die Sprengsätze mit «zusätzlichen Agenzien» bestückt waren. Einzelne Personen melden sich in Spitälern mit Vergiftungssymptomen, die aber nach zeitintensiven Abklärungen nicht direkt mit dem Anschlag in Verbindung gebracht werden können. Der Hauptbahnhof wird grossräumig abgesperrt und Spezialeinsatzkräfte suchen nach möglichen A-, B- oder C-Stoffen. Die Polizei wird durch die Polizeikorps weiterer Kantone im Rahmen der Vereinbarung über interkantonale Polizeieinsätze (IKAPOL) verstärkt. Es werden keine A-, B- oder C-Stoffe nachgewiesen, die Bevölkerung ist jedoch während Wochen stark verunsichert und meidet den öffentlichen Nahverkehr sowie öffentliche Plätze. Der Hauptbahnhof kann erst nach mehreren Tagen wieder freigegeben werden, es kommt zu massiven Auswirkungen auf den Bahnverkehr schweizweit und auch zum benachbarten Ausland. Medien aus dem In- und Ausland berichten während Tagen vor Ort von den Anschlägen und die betroffene Stadt wird von unzähligen Medienleuten „belagert“.

## Annahmen für Risikoabschätzung

- 70 Todesopfer
- 300 Verletzte, davon 100 schwer
- Bewältigungskosten und direkte Vermögensschäden: 900 Mio. Fr.
- Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit: 300 Mio. Fr.

Wahrscheinlichkeiten für terroristische Anschläge sind schwer abzuschätzen, da sich die Bedrohungslage sehr kurzfristig verändern kann. Zudem hängen die Anschlagziele stark von der Ideologie und den Zielsetzungen der Täterschaft ab. Weiter beschreibt die hier angenommene Wahrscheinlichkeit einen erfolgreich durchgeführten Anschlag. Mittels Präventionsmassnahmen können Anschläge aber auch im Vorfeld verhindert werden, sodass sie nicht in diese Wahrscheinlichkeit einfließen. Das subjektiv wahrgenommene Risiko weicht zudem meist stark vom objektiv nachweisbaren Risiko ab – dies umso stärker, wenn es in räumlicher Nähe, z. B. an einem Ort in Europa, in jüngster Zeit einen Terroranschlag gegeben hat.

- In den letzten zehn Jahren ereigneten sich in Westeuropa 13 grössere Anschläge (mit mehreren Toten oder Verletzten), wobei sieben Anschläge in Grossbritannien und Frankreich stattfanden. Wäre das Anschlagrisiko in allen rund 15 westeuropäischen Ländern gleich, ergäbe sich ein Risiko von einem grösseren Anschlag in 10 bis 20 Jahren pro Land.

Annahme 1: Das Anschlagrisiko in der Schweiz ist geringer als in anderen



westeuropäischen Ländern, die aktiv in Konflikten tätig sind (Faktor 10).

Annahme 2: Wahrscheinlichkeit eines Anschlags im Kanton Zürich: 1/4 (drei andere vergleichbar «attraktive» Städte als Anschlagziel) → Anschlag im Kanton Zürich einmal in 400 bis 800 Jahren.

## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 400 bis 800 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	50 bis 80	Anzahl Personen
Schwerverletzte	50 bis 100	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	200 bis 500 * 1-2 Tage	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	700-1'500	Mio. CHF
Umweltschäden	Keine	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	0	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Organisationsgrad, Motivation, Ressourcen und Gruppenstärke der Täterschaft (zeitlich koordinierte Durchführung mehrerer Anschläge, Ausführung nachfolgender Anschläge)
- Art und Einsatzmodus der verwendeten Anschlagsmittel, Wirkungsweise der Anschlagsmittel, Menge der verwendeten Anschlagsmittel, Anzahl der Anschlagsorte, zeitliche Abfolge der Anschläge Auslösung von Nachahmertaten
- Reaktion von Sicherheitskräften, Öffentlichkeit und Betrieben mit bereits verschärften Sicherheitsmassnahmen auf ersten Anschlag (Einfluss auf Erfolg und Ausmass von folgenden Anschlägen bei Serien oder auf Nachahmertaten)
- Tageszeiten und damit zusammenhängender Personen- und Güterverkehr (z.B. Pendlerzeit, Werktag oder Wochenende, Festtage, Ferien etc.)
- Ziel (Ort) des Anschlages (viel Publikumsverkehr, Verletzlichkeit des Ziels, Anzahl potenziell betroffener Personen [z.B. Grossveranstaltungen] Verkehrsknotenpunkte, Möglichkeit von Folgeexplosionen und -bränden durch Vorhandensein von gefährlichen Gütern in der Nähe [z.B. Treibstoffe])
- Generell angespannte politische Verhältnisse sowie im Vorfeld auftretende Anzeichen wie konkrete Warnungen oder Drohungen und deren Wahrnehmung durch Polizei und Nachrichtendienste





- Den Partnern des Bevölkerungsschutzes (insbesondere Gesundheitswesen) zur Verfügung stehende Mittel zur Bewältigung des Ereignisses, inkl. deren Bereitschaftsgrad und -zeiten
- Umgang der Gesellschaft mit dem Ereignis (Politik, Medien etc.), internationale Reaktionen (Nachbarländer, diplomatische Vertretungen, supranationale Organisationen)

## **Literatur / Planungsgrundlagen**

- Nachrichtendienst des Bundes (2018): Sicherheit Schweiz 2018 – Lagebericht des Nachrichtendienstes des Bundes
- Eidg. Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (2015): Sicherheitspolitischer Bericht 2016
- Stab SiA, 2010: Vorsorgeplanung „Konventionelle Bombe“. (klassifiziertes Dokument)
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2015): Nationale Gefährdungsanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS). Dossiers Konventioneller Anschlag, A-Anschlag, B-Anschlag und C-Anschlag [www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefahrd Risiken/natgefaehrdanalyse/gefahreddossier.html](http://www.babs.admin.ch/de/aufgabenbabs/gefahrd Risiken/natgefaehrdanalyse/gefahreddossier.html)

# G4 Tierseuche

## Definition und Hintergrund

Eine Tierseuche ist eine durch Krankheitserreger hervorgerufene, übertragbare und sich meist schnell verbreitende Erkrankung von Tieren. Die Grenzen zu einer «normalen» Tierkrankheit sind fließend, der Begriff «Tierseuche» ist durch die Tierseuchengesetze der jeweiligen Länder juristisch definiert und ist Ausdruck eines staatlichen Interesses an der Bekämpfung dieser Krankheit. In der Schweiz sind Tierseuchen im Sinne des Tierseuchengesetzes übertragbare Krankheiten, die

- auf den Menschen übertragen werden können (Zoonosen),
- vom einzelnen Tierhalter nicht mit Aussicht auf Erfolg abgewehrt werden können,
- einheimische, wildlebende Tierarten bedrohen können,
- bedeutsame wirtschaftliche Folgen haben können,
- für den internationalen Handel mit Tieren und tierischen Produkten von Bedeutung sind.

(Tierseuchengesetz vom 1. Januar 2014, SR 916.40, Art. 1)

## Ereignisbeispiele

- Vogelgrippe (u. a. Subtyp H5N1): Akute, hochansteckende, fieberhaft verlaufende Virus-erkrankung bei Vögeln (insbesondere Truten und Hühner), die je nach Subtyp auf den Menschen übertragbar ist. Die Vogelgrippe wurde zum ersten Mal im Jahr 1997 in China registriert. Trotz der zwischenzeitlichen massiven Bekämpfungsmassnahmen breitete sich die Seuche bis nach Europa aus, wo sie im Winter 2005/2006 bei zahlreichen toten Wildvögeln nachgewiesen werden konnte. Im November 2016 kommt es zu einer grossflächigen Verseuchung mit H5N8 über Polen/Norddeutschland sowie am Bodensee/Süd-deutschland/Schweiz durch Zugvögel. Einzelne grosse Geflügelbetriebe werden ver-seucht in Österreich, Deutschland und Ungarn. In der Schweiz werden Schutzkorridore rund um Seen erlassen, verschiedene Geflügelbetriebe dürfen ihre Tiere nicht mehr ins Freie lassen.
- Maul- und Klauenseuche (MKS): Akute Viruserkrankung der Paarzeher, wie Rinder, Schweine oder Schafe. Tiere zeigen nach überstandener Krankheit massive Leistungs-einbussen (Milchrückgang, Rückgang in Mastleistung). Für Menschen ist MKS ungefähr-lich. Die Krankheit ist hoch ansteckend und kann sich rasch über grosse Distanzen aus-breiten. Auf Seuchenbetrieben müssen alle für die Seuche empfänglichen Tiere sofort getötet und entsorgt werden. Stallungen, Geräte, Gülle, Mist und Futter müssen dekon-taminiert werden. 2001 fielen in Grossbritannien sechs Millionen Tiere zum Opfer, die direkten Schäden betragen rund 12 Mrd. EUR. In der Schweiz wurde der letzte Fall 1980 registriert.
- Afrikanische Schweinepest (ASP): Fieberhafte Viruserkrankung von Haus- und Wild-schweinen, die in verschiedenen Verlaufsformen auftreten kann. In mehreren ost- und mitteleuropäischen Ländern treten seit 2014 regelmässig Fälle von ASP auf. Im Septem-ber 2020 meldete Deutschland, dass in der Region Brandenburg, in der Nähe der polni-schen Grenze, der Kadaver eines Wildschweins positiv auf ASP getestet wurde. Durch

menschliche Aktivitäten, insbesondere über den Transport von Fleischprodukten durch Reisende, kann die ASP auch unabhängig von Wanderbewegungen der Wildschweine über hunderte von Kilometern verschleppt werden. Im Rahmen des nationalen Früherkennungsprogramms sollen sämtliche in der Schweiz tot aufgefundenen Wildschweine, Abschüsse infolge unspezifischer Krankheitsanzeichen und im Verkehr verunfallte Wildschweine auf ASP untersucht werden. Für Menschen stellt die ASP keine Gefahr dar.

- Blauzungenkrankheit: Viruserkrankung von Wiederkäuern, die durch kleine Mücken (Gnizen) übertragen wird. Je nach Serotyp zeigen die infizierten Tiere nur vereinzelt bis zu einem grossen Teil klinische Symptome. Typisch sind dann hohes Fieber, Haut- und Schleimhautläsionen und die Tiere erleiden starke Leistungseinbussen. Für den Menschen besteht keine Ansteckungsgefahr. In den Jahren 2007 und 2008 trat die Seuche erstmals in Zentral-Europa und in der Schweiz auf. Dank obligatorischer Impfkampagnen konnte die schweizerische Landwirtschaft vor einschneidenden Verlusten durch die Seuche verschont werden.
- Tuberkulose: Chronisch-bakterielle Infektionskrankheit von Mensch und Tier. Die Seuche manifestiert sich als chronisch-auszehrende Krankheit mit vergrösserten Lymphknoten, intermittierendem Fieber, Milchleistungsrückgang und Abmagerung. Die Infektion von Rindern, Schafen und Ziegen mit *Mycobacterium bovis* ist tierseuchenrechtlich geregelt. Der schweizerische Rinderbestand ist seit 1959 amtlich anerkannt frei von Tuberkulose. 2013/14 sind Fälle in den Kantonen Freiburg, Waadt und Wallis aufgetreten.

## Referenzszenario

Eine hochansteckende Tierseuche z.B. Maul- und Klauenseuche mit extrem schneller Verbreitung unter allen Klautieren oder z.B. Vogelgrippe mit unklarem Zoonosepotenzial, tritt zuerst im europäischen Ausland, wenig später auch in der Schweiz auf. Auch im Kanton Zürich werden Fälle festgestellt. Die Schweine, Rinder und anderen Klautiere mehrerer Tierbestände werden getötet. Quarantänemassnahmen werden angeordnet, Bauernhöfe abgeriegelt. Umfassende Dekontaminierungsmassnahmen werden eingeleitet. Die zur Verfügung stehenden Transportmittel und Infrastrukturen für die Tierkadaverentsorgung sind überlastet. Da unklar ist, inwiefern auch Heimtiere oder gar Menschen betroffen sein könnten, ist die Bevölkerung stark verunsichert.

Um die betroffenen Höfe werden Sperrzonen eingerichtet, Fahrzeuge und Personen, die diese Zonen betreten oder passieren dürfen, müssen dekontaminiert werden. Dies führt auch zu Einschränkungen des Verkehrswesens. Die Einsatzkräfte sind bald überlastet und nicht mehr in der Lage, zeitgerecht zu handeln.

## Annahmen für Risikoabschätzung

- Von den rund 6'800 registrierungspflichtigen Betrieben/ Hobbyhaltungen im Kt. Zürich (halten landwirtschaftliche Nutztiere, einschliesslich Geflügel; Stand 2019), sind 15 Landwirtschaftsbetriebe betroffen; alle Klautiere dieser Betriebe müssen unverzüglich getötet und entsorgt werden.
- Die Bewohner der betroffenen Höfe sind unter Quarantäne und müssen für rund zwei Wochen versorgt bzw. in Alternativunterkünften untergebracht werden.
- Kleinere Umweltschäden durch den Einsatz von Natronlauge für Desinfektion sind zu verzeichnen.

- Durch die Sperrmassnahmen sind gewisse Verkehrswege nur eingeschränkt oder gar nicht zu gebrauchen.
- Es ist denkbar, dass das Töten von Viehbeständen auch für einige Landwirte gesundheitliche Folgen hat; selbst Suizid ist in diesem Kontext nicht auszuschliessen. Vergleichbare Ereignisse haben zudem gezeigt, dass sich gewisse Landwirte gegen das Töten ihres Viehs gewaltsam zur Wehr setzen.

## Risikoabschätzung

### Häufigkeit Referenzszenario

Einmal in 30 bis 80 Jahren

### Ausmass Referenzszenario

Todesopfer	0 bis 2	Anzahl Personen
Schwererkrankte	0 bis 10	Anzahl Personen
Betreuungsbedürftige	100*7 bis 300*10	Anzahl Personentage
Sachschäden / Folgekosten	50 bis 100	Mio. CHF
Umweltschäden	spürbar	qualitativ
Ausfall Energie, I&K	0	Anzahl Personentage

## Einflussfaktoren

- Kontagiosität (Übertragungsfähigkeit) und Übertragungswahrscheinlichkeit des Erregers, Übertragungswege (z. B. Tröpfcheninfektion), Tenazität (Widerstandsfähigkeit) des Erregers
- Jahreszeit (Unterschiede in der Übertragungswahrscheinlichkeit, Tierhaltungsform, Bekämpfungsmöglichkeiten, Fitness des Immunsystems der Tiere)
- Bewegungsradius möglicher Vektoren (z. B. übertragende Wildtiere wie Vögel)
- Fläche des Ausbreitungsgebietes (lokal, regional, national, kontinental, global)
- Zeitpunkt der Erkennung der Infektionen bzw. Ausbreitungsumfang der Seuche
- Rate der Neuerkrankungen (Inzidenz) betroffener Tierbestände
- Verhalten von Bevölkerung, betroffenen Organisationen, Einsatzkräften und verantwortlichen Behörden: Zeitpunkt ergriffener Schutzmassnahmen und deren Wirkung wie z. B. beim Tracing (Umgebungsuntersuchung) betreffend Personen-, Material- und Tierverkehr oder Isolation infizierter Tiere oder Umsetzung und Befolgung von Schutzmassnahmen
- Reaktion der Bevölkerung und der Politik



## Literatur / Planungsgrundlagen

- Tierseuchengesetz (TSG, SR 916.40) vom 1. Juli 1966; online verfügbar unter [www.blv.admin.ch](http://www.blv.admin.ch)
- Tierseuchenverordnung (TSV, SR 916.401) vom 27. Juni 1995; online verfügbar unter [www.blv.admin.ch](http://www.blv.admin.ch)
- Kantonales Tierseuchengesetz (vom 24. September 2012); online verfügbar unter [www.zhlex.zh.ch](http://www.zhlex.zh.ch)
- Kantonale Tierseuchenverordnung (vom 6. November 2013); online verfügbar unter [www.zhlex.zh.ch](http://www.zhlex.zh.ch)
- AWEL, 2009: Desinfektionskonzept Kanton Zürich
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz, 2013: Katastrophen und Notlagen Schweiz. Risikobericht 2012. Gefährdungsdossier „Tierseuche“.