KATARISK - Katastrophen und Notlagen in der Schweiz

eine Risikobeurteilung aus der Sicht des Bevölkerungsschutzes

Grundlagen und Informationen zur Risikoanalyse: Angaben pro Gefahrenart

1 Erdbeben 1
- 1.1 Abgrenzung 1
- 1.2 Beschreibung des Schadenausmasses 3
- 1.3 Typische Erdbebenereignisse pro Ereignisklasse 3
- 1.4 Literatur Erdbeben 6

2 Geologische Massenbewegung 8
- 2.1 Abgrenzung 8
- 2.2 Beschreibung des Schadenausmasses 10
- 2.3 Typische geologische Massenbewegungsereignisse pro Ereignisklasse 10
- 2.4 Literatur geologische Massenbewegung 13

3 Hochwasser 15
- 3.1 Abgrenzung 15
- 3.2 Beschreibung des Schadenausmasses 15
- 3.3 Typische Hochwasserereignisse pro Ereignisklasse 16
- 3.4 Literatur Hochwasser 20

4 Gewitter 23
- 4.1 Abgrenzung 23
- 4.2 Beschreibung des Schadenausmasses 24
- 4.3 Typische Gewitterereignisse pro Ereignisklasse 24
- 4.4 Literatur Gewitter 27

5 Sturm 28
- 5.1 Abgrenzung 28
- 5.2 Beschreibung des Schadenausmasses 29
- 5.3 Typische Sturmereignisse pro Ereignisklasse 30
- 5.4 Literatur Sturm 33

6 Lawinen 35
- 6.1 Abgrenzung 35
- 6.2 Beschreibung des Schadenausmasses 36
- 6.3 Typische Lawinenereignisse pro Ereignisklasse 37

6.4 Literatur Lawinen ... 40
7 Kältewelle ... 41
7.1 Abgrenzung ... 41
7.2 Beschreibung des Schadenausmasses ... 42
7.3 Typische Kältewellenereignisse pro Ereignisklasse ... 42
7.4 Literatur Kältewelle ... 45
8 Trockenheit/Hitze ... 47
8.1 Abgrenzung ... 47
8.2 Beschreibung des Schadenausmasses ... 47
8.3 Typische Trockenheit-/Hitzeereignisse pro Ereignisklasse ... 49
8.4 Literatur Trockenheit/Hitze ... 52
9 Waldbrand ... 53
9.1 Abgrenzung ... 53
9.2 Beschreibung des Schadenausmasses ... 54
9.3 Typische Waldbrandereignisse pro Ereignisklasse ... 54
9.4 Literatur Waldbrand ... 56
10 Meteoriten ... 58
10.1 Abgrenzung ... 58
10.2 Beschreibung des Schadenausmasses ... 59
10.3 Typische Meteoritenereignisse pro Ereignisklasse ... 61
10.4 Literatur Meteoriten ... 61
11 Strassenverkehrsunfall ... 63
11.1 Abgrenzung ... 63
11.2 Beschreibung des Schadenausmasses ... 63
11.3 Typische Strassenverkehrsunfälle pro Ereignisklasse ... 65
11.4 Literatur Strassenverkehrsunfälle ... 65
12 Flugunfall ... 66
12.1 Abgrenzung ... 66
12.2 Beschreibung des Schadenausmasses ... 66
12.3 Typische Flugunfälle pro Ereignisklasse ... 67
12.4 Literatur Flugunfall ... 69
13 Eisenbahnunfall ... 70
13.1 Abgrenzung ... 70
13.2 Beschreibung des Schadenausmasses ... 71
13.3 Typische Eisenbahnunfälle pro Ereignisklasse ... 72
13.4 Literatur Eisenbahnunfall ... 73
14 Brand ... 74
14.1 Abgrenzung ... 74
14.2 Beschreibung des Schadenausmasses ... 74
14.3 Typische Brandereignisse pro Ereignisklasse ... 75
14.4 Literatur Brand ... 77

15 Notfall bei Stauanlagen 78
15.1 Abgrenzung 78
15.2 Beschreibung des Schadenausmasses 78
15.3 Typische Notfälle bei Stauanlagen pro Ereignisklasse 79
15.4 Literatur Notfall bei Stauanlagen 82
16 Chemie Störfall 84
16.1 Abgrenzung 84
16.2 Beschreibung des Schadenausmasses 85
16.3 Typische Chemische Störfälle pro Ereignisklasse 85
16.4 Literatur Chemie Störfall 88
17 KKW-Störfall 91
17.1 Abgrenzung 91
17.2 Beschreibung des Schadenausmasses 91
17.3 Typische KKW-Störfälle pro Ereignisklasse 93
17.4 Literatur KKW-Störfall 96
18 Sportunfall 100
18.1 Abgrenzung 100
18.2 Beschreibung des Schadenausmasses 100
18.3 Typische Sportunfälle pro Ereignisklasse 100
18.4 Literatur Sportunfälle 101
19 Haus- und Freizeitunfall 102
19.1 Abgrenzung 102
19.2 Beschreibung des Schadenausmasses 102
19.3 Typische Haus- und Freizeitunfälle pro Ereignisklasse 102
19.4 Literatur Haus- und Freizeitunfälle 103
20 Berufsunfall 104
20.1 Abgrenzung 104
20.2 Beschreibung des Schadenausmasses 104
20.3 Typische Berufsunfälle pro Ereignisklasse 104
20.4 Literatur Berufsunfälle 105
21 Migration 106
21.1 Abgrenzung 106
21.2 Typische Migrationsereignisse pro Ereignisklasse 108
21.3 Literatur Migration 110
22 Epidemie 112
22.1 Abgrenzung 112
22.2 Übersicht über die Infektionskrankheiten in der Schweiz: 113
22.3 Massnahmen zur Prävention und Bewältigung von Epidemien 116
22.4 Typische Epidemien pro Ereignisklasse 118
22.5 Literatur Epidemien 120

1 Erdbeben

1.1 Abgrenzung

Auswirkungen

Erdbeben sind Bewegungen der Erdkruste, die sowohl Schäden an der Erdkruste selber als auch an Bauten verursachen können. Schadenbilder starker Erdbebenereignisse umfassen in dieser Studie neben eingestürzten Bauten[1)] auch Freisetzungen gefährlicher Stoffe, was zu Explosionen, Bränden, Freisetzung toxischer Gase/Flüssigkeiten führt oder radioaktive Verstrahlungen verursachen kann.

Ursachen

Ursachen für Erdbeben sind:

- Tektonische Vorgänge, z.B. Magmenbewegung in der Erdkruste oder die Auslösung von tektonischen Restspannungen bei jungen Gebirgen (Alpen)
- Natürliche Explosionen (Vulkanismus, Meteoriten)
- Einsturz von Hohlräumen (Karstgebiete, Bergwerke)
- Künstliche Ursachen (Atombombenexplosionen, Sprengungen)

Bandbreite des Ausmasses von Erdbeben

Die Intensität oder Stärke eines Erdbebens wird in Europa seit ungefähr 1850 durch die Beschreibung der Auswirkungen bzw. Schäden festgehalten, seit 1964 mittels der zwölfstufigen MSK-Skala (***M***edvedev-***S***ponheuer-***K***arnik, die seit 1998 als Europäische Makroseismische Skala, EMS-1998 bezeichnet wird vgl. Abbildung 1). Die Richter-Skala (auch „Magnituden-Skala") ist ein logarithmisches Mass für die bei einem Erdbeben freigesetzte Energie und wird aus der maximalen Beschleunigung berechnet. Die Beziehung der MSK-Skala zur Richter-Skala ist in Abbildung 2 festgehalten.

1) Gebäude, Brücken, Dämme, Stauanlagen usw.

Abbildung 1: Seismische Intensitäts-Skala nach Medvedev, Sponheuer und Karnik, gekürzte Originalfassung 1964 [MAYER-ROSA 1993]

MSK-Skala der Europäischen Seismologischen Kommission
nach Medvedev, Sponheuer und Karnik, 1964 (gekürzte Originalfassung)

1. Klassifikation der Skala

Bautypen (nicht erdbebenfest):
A: Feldsteinbauten, Lehmbauten
B: Normale Bauten aus Ziegel, Fertigteilen, bearbeiteten Natursteinen
C: Verstärkte Bauten, Holzhäuser

Kategorien der Bauschäden:
1: leichte Beschädigungen
2: mässige Beschädigungen
3: starke Beschädigungen
4: Zerstörungen
5: völliger Einsturz von Gebäuden

Definition der Anzahl:
"wenige" weniger als 10%
"viele" etwa 30-70%
"die meisten" mehr als 70%

Einteilung der Skala:
a: Mensch und Umgebung
b: Bauwerke aller Art
c: Natur

2. Intensität

I: ***Unmerklich***
a: nur von Instrumenten verzeichnet

II. ***Kaum merklich***
a. von Einzelnen verspürt

III. ***Schwach, nur teilweise beobachtet***
a. In Gebäuden von wenigen Personen verspürt

IV. ***Grösstenteils beobachtet***
a. Von vielen Personen in Gebäuden verspürt, Erschütterungen wie beim Vorbeifahren eines schweren Wagens

V. ***Aufweckend***
a. Von vielen Personen in Gebäuden verspürt, Schlafende erwachen
b. An A-Bauten einzelne Schäden Kat. 1, freihängende Gegenstände pendeln, Türen schlagen

VI. ***Erschreckend***
a. Von den meisten Personen in und ausserhalb Gebäuden verspürt, einzelne Personen verlieren das Gleichgewicht, Haustiere beunruhigt
b. Bei einzelnen B- und vielen A-Bauten Schäden der Kat. 1, Abfallen von Verputz, Möbel bewegen sich, kleine Turmglocken schlagen an
c. Vereinzelt Erdrutsche, Veränderungen im Brunnenwasser

VII. ***Schäden an Gebäuden***
a. Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie
b. Bei vielen C-Bauten Schäden der Kat. 1, bei vielen B-Bauten Schäden der Kat. 2, Risse in Wänden, Dachziegel fallen herab, grosse Glocken schlagen an
c. Erdrutsche an Strassenböschungen, Wassertrübung, Bodenverflüssigung

VIII. ***Zerstörungen an Gebäuden***
a. Schrecken und Panik
b. Viele B-Bauten haben Schäden der Kat. 3, einzelne der Kat. 4, Bewegen und Umstürzen von schweren Möbeln, Brüche von Rohrleitungen, Grabsteine fallen um, Ausbrechen von externem Mauerwerk
c. Erdrutsche und Felsstürze, Aenderung der Wasserführungen

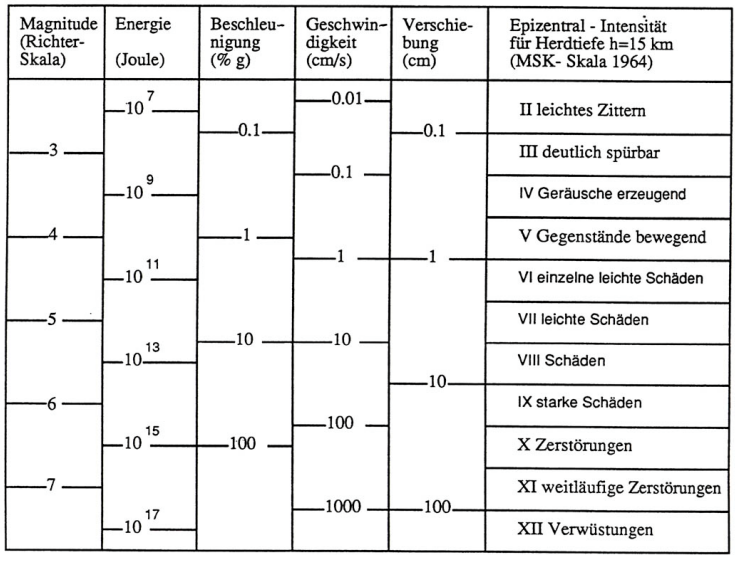
IX. ***Allgemeiner Gebäudeschaden***
a. Allgemeine Panik
b. Viele C-Gebäude erleiden Schäden Kat. 3, viele B-Bauten zeigen Schäden der Kat. 4, Denkmäler und Statuen fallen um, unterirdische Rohrleitungen zerbrechen
c. Bodenrisse, verbreitet Bodenverflüssigung, Wellen in Wasserbecken

X. ***Allgemeine Gebäudezerstörungen***
b. An vielen C-Bauten Schäden der Kat. 4, an einzelnen auch Kat. 5, breite Risse in Betonböden, schwere Schäden an Brücken und Tankanlagen, Stauchungen in Strassen

XI. ***Katastrophe***
b. Schwerste Zerstörungen auch an C-Gebäuden
c. Umfangreiche Veränderungen des Erdbodens

XII. ***Landschaftsverändernd***

Abbildung 2: Vergleich Richter-Skala und MSK-Skala [MAYER-ROSA 1993]



Seismische Aktivität

Der Zusammenhang zwischen seismischer Aktivität und dem Auftreten geologischer Störungslinien ist eindeutig: Die seismisch aktiven Gebiete der Erde liegen alle längs der jungen alpinen Ketten. Die Erdbeben mit der grössten Stärke und Häufigkeit treten dort auf, wo die jungen Gebirge und Tiefseegräben zusammentreffen (Japan, Anden).

1.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Seismische Aktivität in der Schweiz

Die Schweiz liegt ausserhalb der grossen Erdbebengebiete. Die Anzahl der Erdbeben ist wesentlich kleiner als in den in Europa am stärksten gefährdeten Ländern Türkei, Griechenland und Italien.

Registrierte Erdbeben in der Schweiz

Pro Jahr werden in der Schweiz rund 200 Erdbeben registriert. Davon liegen über 90% unter der Spürbarkeitsgrenze. Dennoch treten in der Schweiz in grösseren Zeitabständen auch Erdbeben mit Schadenwirkung auf.

Erdbebenrisikokarten

Massgebend für statistische Aussagen über die Erdbebentätigkeit in der Schweiz sind unter anderem die Erdbebenrisikokarten der Schweiz, welche 1977 im Auftrag der Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen erstellt wurden.

Erdbebensicheres Bauen

Seit 1989 ist in der Schweiz die SIA Norm 160 in Kraft. Sie regelt das erdbebensichere Bauen. 90% der Gebäude in der Schweiz sind allerdings vor 1989 erstellt worden und daher kaum gemäss der Norm dimensioniert.

1.3 Typische Erdbebenereignisse pro Ereignisklasse

Erdbeben Ereignisklasse 1

Szenario

Ein Erdbeben mit einer Epizentral-Intensität von MSK VI bis VII tritt auf. Ein solches Beben ist schätzungsweise in einem Umkreis von 300 km spürbar (bei einer mittleren Tiefe des Zentrums von ca. 5 - 7 km). Schäden an Gebäuden sind in einem Umkreis von bis zu –10 - 20 km zu erwarten. Die meisten Personen erschrecken. Bei vielen verstärkten Gebäuden im betroffenen Gebiet treten kleinere Schäden auf (Risse im Verputz, Abbröckeln von Verputz). Bei vielen normalen Häusern treten mässige Beschädigungen auf (kleine Mauerrisse, Risse an Kaminen). Brunnen ändern ihren Wasserstand, in einzelnen Fällen ereignen sich Erdrutsche an steilen Hängen.

Einzelne Personen verletzen sich an herabfallenden Bauwerksteilen. Etwa 500 bis 1'000 Gebäude weisen leichte bis mässige Beschädigungen auf. Der Sachschaden überschreitet deutlich die Millionengrenze.

Ereignisse

1971 Glarus, Näfels, Mollis. 29. Sept., Erdbeben über mehrere Tage verursacht Gebäudeschäden von rund 100 Mio. CHF. (Stand 1993)

1964 Sarnen, Kerns, Alpnach. 14. März. Erdbeben verursacht grosse Gebäudeschäden. Insgesamt 5 Mio. CHF. (Preis Stand 1993: 20 Mio. CHF.). Die Bevölkerung verhielt sich ungeschickt. [OBWALDNER ZEITUNG 17.2.1994]

Erdbeben Ereignisklasse 2

Szenario

Ein Erdbeben mit einer Epizentral-Intensität von MSK VIII ereignet sich. Schäden an Gebäuden sind in einem Umkreis mit einem Radius von schätzungsweise 20 – 30 km zu erwarten. In der Bevölkerung entsteht teilweise Panik. Viele normale Bauten im betroffenen Gebiet werden stark beschädigt oder zerstört, verstärkte Bauten werden mässig beschädigt, Rohrleitungsnähte brechen teilweise. Es muss mit einzelnen Bränden/Explosionen infolge Gasleitungsbrüchen gerechnet werden. Im Boden entstehen einige Risse in Zentimeterbreite.

Das Ereignis fordert einige Todesopfer und viele Verletzte. Es ist mit einer grossen Zahl Evakuierter und Obdachloser zu rechnen. Es entsteht ein gesamter Sachschaden zwischen einer und drei Milliarden

Ereignisse

1946 Rawil (VS), 25. Jan. Erdbeben der Intensität MSK VIII. 1994 zu erwartende Schäden: 60 Todesopfer, 1.2 Mrd. CHF. Sachschaden

1796 Buchs (SG), 20. April. Erdbeben der Intensität MSK VII - VIII. 1994 zu erwartende Schäden: 14 Todesopfer. 270 Mio. CHF. Sachschaden.

1601 Nidwalden. Erdbeben der MSK VIII - IX. 1994 zu erwartende Schäden: 250 Todesopfer, 5 Mrd. CHF Sachschaden

Erdbeben Ereignisklasse 3

Szenario

Ein Erdbeben mit einer Epizentral-Intensität von MSK IX - X tritt auf. Das betroffene Gebiet weist einen Radius von ca. 60 km auf. Viele verstärkte Gebäude werden zerstört, es entstehen bedenkliche Schäden an Dämmen und schwere Schäden an Brücken, Schienen werden zerrissen oder gestaucht. Zahlreiche Brände oder Explosionen ereignen sich. Gefährliche Stoffe können freigesetzt werden (Chemielager, Kernkraftwerke). Im Boden entstehen einige Dezimeter breite Risse. Lockerboden gleitet von den Hängen ab oder Bergstürze werden ausgelöst.

Das Ereignis verursacht sehr viele Todesopfer und Verletzte, es ist mit einer ausserordentlich grossen Zahl von Evakuierten und Obdachlosen zu rechnen. Durch Freisetzung von gefährlichen Stoffen können Lebensgrundlagen geschädigt werden. Die Zerstörung von Gebäuden und Infrastruktur bewirkt einen Sachschaden von rund 10 bis 30 Milliarden Franken.

Ereignisse

1855 Vispertal (VS), 25. Juli. Erdbeben mit MSK IX. Epizentrum in Brig/Visp. Schadengebiet mit einem Radius von mindestens 100 km. 1994 zu erwartende Schäden: 250 Todesopfer, 5 Mrd. CHF. Sachschaden. [MAYER-ROSA 1993].

1356 Basel, 18. Okt. Erdbeben der MSK IX bis X. 1994 zu erwartende Schäden: 1'500 Todesopfer, 30 - 50 Mrd. CHF. Sachschaden. Epizentrum ca. 30 km südwestlich von Basel. Starke Auswirkungen vor allem in der Region Basel und im Jura. Bis in 300 km Entfernung sind Schäden aufgetreten [GRIESSER et al. 1991].

Erdbeben Ereignisklasse 4

Szenario

Ein Erdbeben mit einer Epizentral-Intensität von MSK IX - X tritt auf. Das betroffene Gebiet weist einen Radius von ca. 100 km auf. Im Hauptschadengebiet werden viele Gebäude zerstört (auch verstärkte). Es entstehen bedenkliche Schäden an Dämmen und schwere Schäden an Brücken, Schienen werden zerrissen oder gestaucht. Die Verkehrswege sind nicht mehr benutzbar. Zahlreiche Brände oder Explosionen ereignen sich. Gefährliche Stoffe werden freigesetzt werden (Chemielager und -betriebe). Im Boden entstehen einige Dezimeter breite Risse, Lockerboden gleitet von den Hängen ab oder Bergstürze werden ausgelöst.

Das Ereignis verursacht sehr viele Todesopfer und Verletzte, es ist mit einer ausserordentlich grossen Zahl von Evakuierten und Obdachlosen zu rechnen. Durch Freisetzung von gefährlichen Stoffen können Lebensgrundlagen geschädigt werden. Die Zerstörung von Gebäuden und Infrastruktur bewirkt einen Sachschaden von rund 30 bis 100 Milliarden Franken.

Ereignisse

1994 Los Angeles (USA)., 17. Jan. Erdbeben der MSK X (6.8 auf der Richterskala). Dauer: 40 Sekunden. 61 Todesopfer und rund 9'000 Verletzte. Innert 2 Stunden 50 Gebäudebrände, innerhalb von einem Tag über 2000 Brände.

1980 Irpinien, Neapel (I), 26. Nov. Erdbeben der MSK X (6.7 auf der Richterskala). Dauer ca. 90 Sekunden. 3'500 Todesopfer und viele Verletzte, 300'000 Obdachlose. Sachschäden von 25 Mrd. $ (Preisstand 1993). Schadengebiet von 28'000 km^2.

Erdbeben Ereignisklasse 5

Szenario

Ein Erdbeben mit einer Epizentral-Intensität von MSK X und höher tritt auf. In der ganzen Schweiz treten Schäden auf (Radius von ca. 300 km). Im Hauptschadengebiet werden alle Gebäude zerstört (auch verstärkte). Dämmen brechen, Brücken stürzen ein, Schienen werden zerrissen oder gestaucht. Die Verkehrswege sind nicht mehr benutzbar. Die gesamte Infrastruktur wie Trinkwasser, Abwasser und Energie brechen zusammen. Zahlreiche Brände oder Explosionen ereignen sich. Gefährliche Stoffe werden freigesetzt werden (Chemielager und -betriebe). Freisetzungen grösserer Mengen radioaktiver Stoffe aus Kernkraftwerken müssen ebenfalls erwartet werden. Im Boden entstehen grosse Risse, Lockerboden gleitet von den Hängen ab und zahlreiche Bergstürze werden ausgelöst.

Das Ereignis verursacht sehr viele Todesopfer und Verletzte, es ist mit einer ausserordentlich grossen Zahl von Evakuierten und Obdachlosen zu rechnen. Durch Freisetzung von gefährlichen Stoffen werden Lebensgrundlagen weiträumig geschädigt. Die Zerstörung von Gebäuden und Infrastruktur bewirkt einen Sachschaden von rund 100 bis 300 Milliarden Franken.

Ereignisse

1995 Kobe, Japan, 17. Jan. Erdbeben der MSK X - XI (7.2 auf der Richterskala). Über 6'000 Todesopfer, rund 35'000 Verletzte. Sachschaden von rund 100 Mrd. CHF Über 100 Brände am ersten Tag. Viele Freisetzungen gefährlicher Güter.

1923 Tokio, Japan, 1. Sept. Erdbeben der MSK XII (Richterskala 8.3). Eines der verheerendsten Beben in diesem Jahrhundert. Über 150'000 Todesopfer, rund 100'000 Verletzte, rund 1,5 Mio. Obdachlose. Hauptschadenwirkung: Brand (über 500'000 Häuser brannten nieder).

1906 San Francisco, 18. April. Erdbeben, das die ganze Stadt niederbrannte. Keine genauen Schadengrössen bekannt.

1.4 Literatur Erdbeben

Bundesamt für Energiewirtschaft, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen. Gutachten zum Gesuch um unbefristete Betriebsbewilligung und Leistungserhöhung für das KKW Mühleberg. Würenlingen 1991.

Dal Vesco E./Schindler C. Grundzüge der Geologie und Petrographie für Ingenieure, Verlag der Fachvereine Zürich, Oktober 1982.

Eidgenössisches Amt für Energiewirtschaft, Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen. Erdbebenrisikokarten der Schweiz, Schweizerischer Erdbebendienst, Basler & Hofmann, September 1977.

Geipel Robert. Naturrisiken: Katastrophenbewältigung im sozialen Umfeld, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1992.

Griesser J.C., Mayer-Rosa Dr. D., Zwiley P. Erfassung von Erdbebenbemessungsgrössen, Überblick und erste Erfahrungen aus dem Wallis. in: SIA Nr. 40, 3.10.1991.

Labhart Toni P. Geologie der Schweiz, Sonderband, Hallwag Verlag Bern, 1983.

Mayer-Rosa Dr. D. Erdbeben in der Schweiz, Schweizerischer Erdbebendienst, ETH Zürich, 1993.

Mayer-Rosa Dr. D. Die aktuelle Erdbebengefährdung der Schweiz, in Erdbeben - Risikoerfassung, Schadenminderung, Hilfe; Vorträge gehalten am Symposium in Brig vom 7.-10. April 1986.

Moser Konrad. Ist die Erdbebensicherung im Hochbau gerechtfertigt? in: Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 44, 31. Oktober 1991.

Studer Dr. Jost A., Gugerli Dr. Heinrich. Ausgewählte Erdbebenschäden in der Schweiz - Umfang und Wiederkehrperiode, in Erdbeben - Risikoerfassung, Schadenminderung, Hilfe; Vorträge gehalten am Symposium in Brig vom 7.-10. April 1986.

The United Nations/Osservatorio Vesuviano. Seismic Vulnerability Reduction, in: STOP Disasters - The United Nations International Decade for Natural Disasters Reductuion, Nr. 12 March-April 1993.

Weidmann Markus. Erdbeben in der Schweiz. In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbebendienst. Verlag Desertina ,Chur, Schweiz 2002

2 Geologische Massenbewegung

2.1 Abgrenzung

Risikoart „geologische Massenbewegung"

Unter der Risikoart „geologische Massenbewegung" werden im folgenden Berg- und Felssturz, Block- und Steinschlag, Gletscherabbrüche sowie spontane, schnelle Rutschungen - sofern diese nicht Bestandteil des Schadenbildes eines Erdbeben-, Hochwasser- oder Gewitterereignisses sind - betrachtet.[2)]

Abgrenzung der verschiedenen Phänomene

Die Abgrenzung zwischen den verschiedenen Phänomenen erfolgt nach dem bewegungsdynamischen Ablauf des Prozesses in Raum und Zeit[3)].

Stein- und Blockschläge

Bei Stein- und Blockschlägen handelt es sich um Einzelkomponenten, die entlang von Runsen oder in Hangfussbereichen punktuelle Schäden verursachen können (auch durch Gletscherabbrüche möglich).

Felsstürze

Felsstürze sind Massenbewegungen, die während dem Sturz oder beim Aufprall in Steine und Blöcke fraktioniert werden. Der Transportmechanismus ist ähnlich demjenigen beim Sturz isolierter Steine oder Blöcke. Ablagerungsbereiche sind im allgemeinen Schuttkegel von geringer Ausdehnung. Ein Felssturz kann in verschiedenen, aufeinanderfolgenden Sequenzen erfolgen, woraus letztlich grosse Volumina resultieren können. Das Volumen von Felsstürzen ist sehr variabel. Es schwankt im zwischen einigen 10 m^3 und Tausenden m^3. Denkbar sind auch Ereignisse mit grösseren Volumina, wie z.B. Randa 1991 mit 30 Mio. m^3 [BOLLINGER et al. 1992]. Auch Gletscherabbrüche können solche Phänomene auslösen.

Bergsturzereignisse

Bei Bergsturzereignissen stürzen sehr grosse Felsmassen unter hohen Geschwindigkeiten herab[4)]. Der Transportmechanismus ist gekennzeichnet durch starke Wechselwirkungen zwischen den Komponenten. Daraus können Transportweiten resultieren, die jene von Felsstürzen weit übersteigen. Durch den Prozess kann die Gesteinsmasse stark zertrümmert werden. Der Ablauf findet im allgemeinen in einem Ereignis statt. Kleinere Nach- oder Vorstürze in Form von Felsstürzen sind aber durchaus denkbar (z.B. Val Pola im Veltlin, 28. Juli 1987, 40 Mio. m^3) [BOLLINGER et al. 1992].

2) Es handelt sich dabei um Massenbewegungen, die mit hoher Geschwindigkeit (in Sekunden oder wenigen Minuten) niedergehen oder von steilen Gletschern abbrechen, und Fels, Schutt oder Eis in ein Ablagerungsgebiet transportieren. Eisstürze ereignen sich auch kombiniert mit Felsstürzen [ABELE 1974, HAEBERLI 1992].

3) Bestimmend sind die Art und Weise, wie sich diese Prozesse abspielen [BOLLINGER et al 1992].

4) > 40 m/s

Kristalline und sedimentäre Bergstürze

Bei Bergstürzen kann im wesentlichen zwischen kristallinen[5)] und sedimentären[6)] Bergstürzen unterschieden werden.

Abhängigkeit der Berg- und Felsstürze

Berg- und Felsstürze sind abhängig vom

- Internen Bedingungen: Gebirgsbau, der Gesteinsbeschaffenheit, der Tektonik,
- Externe Bedingungen: der Gestaltung der Hänge wie Steilheit und Vegetation,
- Sowie den auslösenden Ereignissen wie z.B. Witterung, störende Eingriffe des Menschen, Erdbeben

[GEIPEL 1992]. Sie bereiten sich über lange Zeit vor, und sind meistens an Rissen, Senkungen oder kleinen Vorstürzen im voraus erkennbar.

Einfluss der Gesteinsbeschaffenheit

Die Gesteinsbeschaffenheit hat für die Häufigkeit und Grösse der Bergstürze massgebende Bedeutung. Grundsätzlich ist festzustellen, das die sedimentären Bergstürze häufiger und grösser sind als die kristallinen.[7)]

Eisstürze

Die wichtigsten Einflussfaktoren für die Entstehung von Eisstürzen sind die Topographie (Neigungsverhältnisse) und die Eistemperatur (Gleitprozesse am Gletscherbett). In Bezug auf die Morphologie der Anrisszonen wird zwischen Kanten und Rampen unterschieden. Bei Kantensituationen lösen sich lamellenartige Eispartien von einer Abbruchfront. Die Volumina sind hierbei meist beschränkt. Bei Rampensituationen hingegen können grössere Gletscherpartien zum Absturz kommen [HAEBERLI 1992].

Rutschungen

Rutschungen sind in den meisten Fällen langsame (einige cm pro Jahr) und kontinuierliche Massenbewegungen[8)]. Solche langfristigen Phänomene werden an dieser Stelle nur erfasst, wenn sie zum Beispiel infolge von Bach- oder Flussstauungen zu akuten Problemen wie z.B. Überflutungen führen. Im Zentrum der Erfassung von Rutschungen stehen plötzlich auftretende und schnell ablaufende Rutschungen (innerhalb von Minuten). Der grösste Teil solcher Phänomene tritt während Starkniederschlagsereignissen auf, und zählt daher zu den Schadenbildern von Hochwasser oder Gewittern.

5) Zu kristallinen Gesteinen gehören Magmatite, Metamorphite und Vulkanite wie z.B. Gneise, Granite, metamorphe Schiefer usw. Sie sind hauptsächlich in den Zentralmassiven, im Helvetikum, im südlichen Teil des Penninikums und in grossen Teilen des Ostalpins anzutreffen [LABHART 1983].

6) Sedimentäre Gesteine umfassen Kalke, Dolomite, merglige/tonige Gesteine, Breccien, Konglomerate usw. Sie konzentrieren sich auf die Mittellandmolasse, den Jura, nördliche Teile des Penninikums (Bündnerschiefer) und Teile des Ostalpins [LABHART 1983].

7) Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, dass im sedimentären Bereich oft ein weitmaschiges Netz von Kluft-, Störungs- und Schichtflächen vorhanden ist, an denen die Schollen sich ablösen bzw. abgleiten können. Im kristallinen Bereich hingegen sind die Kluftkörper zum Teil stärker in sich verzahnt, so dass weniger und kleinere Bergstürze niedergehen [ABELE 1974].

8) Gemäss BONNARD 1992 können rund 8 % des Terrains in der Schweiz zu Rutschzonen gezählt werden.

2.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Wirkungen von geologischen Massenbewegungen

Die Wirkungen von Massenbewegungen lassen sich zunächst anhand des Volumens einteilen. Die Skala reicht von wenigen Kubikmetern bis zu mehreren Millionen m^3 Material. Verheerende Auswirkungen sind dann zu erwarten, wenn die Sturz- oder Rutschmasse bis in die Talsohle vordringt und dabei Menschen, Tiere und Infrastrukturen beschädigt.

Begleit- und Folgeerscheinungen

Von grosser Bedeutung sind auch die möglichen Begleit- und Folgeerscheinungen von Massenbewegungen. Dazu gehören vor allem

- Flutwellen, die bei einem Bergsturz in einem See ausgelöst werden,
- Seen, die sich hinter den Bergsturz- oder Rutschbarrieren aufgestaut haben.

Eine besondere Gefahr geht von Stauseen aus, die bei einem Bergsturzereignis überschwappen oder deren Mauern brechen können.

Indirekt Folgen

Darüber hinaus sind auch indirekte Folgen von Bergstürzen nicht zu vernachlässigen. Beispielsweise ist ein Trümmerareal eines grossen Bergsturzes meistens kulturland- und siedlungsfeindlich. Lediglich der Wald vermag sich hier wieder zu verbreiten [ABELE 1974].

Wirkung von Eisstürzen

Für die Eisstürze sind z.T. dieselben Aussagen gültig. Auch hier kann die Absturzmasse mehrere Millionen m^3 betragen. Ebenso besteht die Gefahr, dass Eislawinenablagerungen das Gletscherwasser zu einem See stauen, der sich dann durch Ausbruch oder Überfliessen entleert [HAEBERLI 1992].

2.3 Typische geologische Massenbewegungsereignisse pro Ereignisklasse

geologische Massenbewegungen Ereignisklasse 1

Szenario

Ein Bergsturz oder ein grosser Fels- oder Eissturz geht in ein Tal nieder und verschüttet mehrere Gebäude und Infrastrukturbauten (Strassen, Schienen, Brücken). Es konnten keine vorzeitigen Warnsignale registriert werden. Einige Personen werden getötet, verletzt oder verlieren ihr Haus, mehrere ha Wald werden zerstört. Infolge der Gesteinsmassen wird der Wasserabfluss verhindert und ein See beginnt sich aufzustauen.

Ereignisse

1991 Randa (VS), 19. April/9. Mai. Zwei Bergstürze mit einem Gesamtvolumen von 30 Mio. m^3 verschütten den Weiler Lärch, das Bahntrassee und die Kantonsstrasse; 22 Häuser werden zerstört, 70 Stück Kleinvieh und 7 Pferde werden getötet; die Vispa staut sich

zu einem See von fast 9 m Tiefe und überschwemmt den Bahnhof, die Kläranlage und 32 Häuser; Verlust von 200'000 m² Kulturland; Sachschaden von etwa 100 Mio. CHF

1986 Giswil (OW), 8. Sept., Bergrutsch (1 Mio. m³) verschüttet die Brünigpassstrasse und das Trassee der Brünigbahn, 2 Todesopfer und ein Schwerverletzter, Rutschareal von 0.077 km², 200 m Gleis und 2 Eisenbahnbrücken werden weggerissen, Strasse bis Ende September nicht befahrbar, Bahnbetrieb bis Ende Dezember unterbrochen.

geologische Massenbewegung Ereignisklasse 2

Szenario Ein grosser Bergsturz mit einem Volumen von mehreren Mio. m³ stösst bis weit in den besiedelten Talboden vor und verschüttet ein grösseres Siedlungsgebiet sowie verschiedene Infrastrukturbauten (Strassen, Schienen, Brücken). Das Ereignis ereignet sich überraschend, ohne Vorwarnung und fordert dementsprechend einige Todesopfer. Wegen den Instabilitäten müssen mehrere tausend Personen aus dem umliegenden Gebiet evakuiert werden. Die Schuttmassen stauen ein Fliessgewässer auf, was zu einer Seenbildung führt.

Ereignisse 1881 11. Sept. Elm (GL). Bergsturz (ca. 10 Mio. m³), 115 Tote, 83 Gebäude zerstört.

1806 2. Sept. Goldau (SZ). Bergsturz (30-40 Mio. m³) begräbt 110 Wohnhäuser und 2 Kirchen unter sich, 457 Todesopfer.

geologische Massenbewegung Ereignisklasse 3

Szenario Ein grosser Bergsturz mit einem Volumen von mehreren Mio. m³ stösst bis weit in den besiedelten Talboden vor und verschüttet ein grösseres Siedlungsgebiet sowie verschiedene Infrastrukturbauten (Strassen, Schienen, Brücken). Das Ereignis ereignet sich in diesem Ausmass überraschend. Entsprechende Signale sind zwar registriert und verschiedene Massnahmen eingeleitet worden. Der Sturz ist allerdings grossflächiger und voluminöser als alle Prophezeiungen. Durch die enorme Massenverschiebung wird ein grösseres Gebiet instabil und gefährdet weite Teile eines Tales. Dabei kann es sich zum Beispiel um eine Seenbildung wegen des Bergsturzes, um drohende Abstürze in einen Stausee oder um die Befürchtung weiterer grosser Massenbewegungen (Rutschungen, Fels- oder Bergstürzen) handeln. Wegen den Instabilitäten werden grössere Gebiete im Tal evakuiert.

Die Beispiele aus der Schweiz (Goldau, Elm), welche bei den lokalen Bergsturzkatastrophen aufgeführt sind, könnten heute durchaus auch zu einer regionalen oder gar überregionalen Katastrophe führen. Anbei sind denn

Ereignisse aus jüngerer Zeit aus dem nahen Ausland aufgeführt, die illustrieren, was im heute dichter besiedelten Alpenraum denkbar ist.

Ereignisse

1987 Veltlin (I). 28. Juli. Infolge vorgängigen Erdrutschen wurden verschiedenen Dörfer verlassen. Danach ereignete sich ein gewaltiger Bergsturz (10 Mio. m^3), der nur wenige Opfer forderte (28 Todesopfer). Infolge der Instabilitäten und möglicher Flutkatastrophen wurden nach dem Ereignis insgesamt 48'000 Personen vorübergehend evakuiert.

1963 9. Oktober, Longarone (Tal des Vajont). 250 Mio. m^3 Fels stürzen in den Stausee und lösen eine gewaltige Flutwelle aus, welche über die Dammkrone hinaus schwappte. Das Dorf Longarone und weitere Dörfer wurden durch die Flutwelle begraben. 1'900 Todesopfer.

geologische Massenbewegung Ereignisklasse 4

Szenario

Ein grosser Bergsturz mit einem Volumen von mehreren Mio. m^3 stösst bis weit in den besiedelten Talboden vor und verschüttet ein grösseres Siedlungsgebiet sowie verschiedene Infrastrukturbauten (Strassen, Schienen, Brücken). Das Ereignis ereignet sich in diesem Ausmass überraschend. Entsprechende Signale sind zwar registriert und verschiedene Massnahmen eingeleitet worden. Der Sturz ist allerdings grossflächiger und voluminöser als alle Vorhersagen. Durch die enorme Massenverschiebung wird ein grösseres Gebiet instabil und zerstört im Laufe von mehreren Wochen und Monaten weitere Siedlungen und Talschaften in der Region. Wegen den Instabilitäten werden grössere Gebiete evakuiert. Dabei kann es sich zum Beispiel um Seenbildungen wegen Bergstürzen, um drohende Abstürze in einen Stausee oder um die Befürchtung weiterer grosser Massenbewegungen (Rutschungen, Fels- oder Bergstürzen) handeln.

Die Beispiele aus der Schweiz (Goldau, Elm), welche bei den lokalen Bergsturzkatastrophen aufgeführt sind, könnten heute durchaus auch zu einer regionalen oder gar überregionalen Katastrophe führen.

Ereignisse

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

geologische Massenbewegung Ereignisklasse 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

2.4 Literatur geologische Massenbewegung

Abele, G. Bergstürze in den Alpen: ihre Verbreitung, Morphologie und Folgeerscheinungen, München 1974.

Bollinger, D.; Novarrez, F.; Tripet, J.-P. Die kartographische Darstellung der Massenbewegungsgefahren als Planungsgrundlage: Ein Beitrag zur Vereinheitlichung der Gefahrenaufnahmen in der Schweiz. INTERPRÄVENT 1992, Bern; Band 3.

Bonnard, Ch. Phénomènes d'instabilité de terrain en Suisse: Etude préliminaire, Nationales Forschungsprogramm 31: „Klimaänderungen und Naturkatastrophen", März 1992.

Eidg. Oberforstinspektorat und Delegierter für Raumplanung. Gefahrenkarte der Schweiz 1:100'000 (24 Blätter); 1975.

Geipel, R. Naturrisiken: Katastrophenbewältigung im sozialen Umfeld, Darmstadt 1992.

Haeberli, W. Eisstürze und Murgänge im Hochgebirge: Vorstudie, Nationales Forschungsprogramm 31: „Klimaänderungen und Naturkatastrophen", März 1992.

Labhart, T. Geologie der Schweiz, Hallwag Taschenbuch, Bern 1983.

Lienert, P. Der Waldzustand im Rutschgebiet Giswil, in: Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 24, 1988.

Noverraz, F. Etudes régionales, cartes d'instabilité. Projet d'Ecole DUTI, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1985.

Röthlisberger, H. Eislawinen und Ausbrüche von Gletscherseen, in: Jahrbuch der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 1978, S. 170-212.

Zollinger, F. Bodenschutz durch Wildbachverbauung, Vorlesungsmanuskript, Wahlfach 7. Semester, Abt. VIII für Kulturtechnik, ETH Zürich, Oktober 1990.

Literatur zur Modellierung von geologischen Massenbewegungen

Bozzolo, D., Pamini, R., Hutter, K. Rockfall analysis - a mathematical model and its test with field data. Landslides, Proceedings of the 5th international symposium on landslides, Balkeema, Rotterdam, 1988.

Descoeudres, F. Conférence spéciale: Méthodes confortatives en versants rocheux contre les glissements, le fauchage ou les chutes de blocs. Landslides, Proceedings of the 5th international symposium on landslides, Balkeema, Rotterdam, 1988.

Descoeudres, F. L'éboulement des Crétaux: Aspects géotechniques et calcul dynamique des chutes de blocs. Mitteilung der Schweiz. Gesellschaft für Boden- und Felsmechanik, Nr. 121, 19-25, 1990.

Descoeudres, F.; Zimmerman, Th. Three-dimensional dynamic calculation of rockfalls. Proceedings of 6th International Congress on Rock Mechanics, 337-342, 1987.

Erismann, T. Der Gefahrenbereich grosser Bergstürze. Naturwissenschaften im Dienste von Prüfwesen, Technik und Geisteswissenschaften. EMPA 1880-1980: 270-277, Dübendorf, 1980.

Gerber, W. Teilbereich Steinschlag. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, 1992.

Gerber, W., Böll, A. Massnahmen zum Schutz gegen Rutschungen und Steinschlag. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Forum für Wissen: Naturgefahren 33-38, Birmensdorf, 1993.

Heierli, W. Dynamik von Felsstürzen und Steinschlag. Schweiz. Bauzeitung Nr. 26:373, 1976.

Heierli, W., Merk, A., Temperli, A. Schutz gegen Steinschlag. VSS Forschungsbericht Nr. 44, 2. Auflage, 1976.

Krummenacher, B., Zinggeler, A., Keusen, H. Naturgefahren Obermatte Ergisch. Forstliche Arbeitsgruppe Naturgefahren, Herbstkurs 2, 21./22., 1993. Kursunterlagen Geotest Zollikofen.

3 Hochwasser

3.1 Abgrenzung

Definition von Hochwasser

Unter Hochwasser wird das gesamte Schadenbild eines Starkniederschlagereignisses verstanden. Dazu können Überschwemmungen, Ufererosion, Übermurung (Murgang oder Geschiebe) oder Rutschungen gehören. Typischerweise treten in Bergregionen vermehrt Geschiebeschäden und Rutschungen auf, im Mittelland eher Wasserschäden.

Was wird betrachtet

Unter der Risikoart „Hochwasser"[9] werden im folgenden Schadenereignisse betrachtet, die durch die gleiche Wetterlage (Starkniederschläge) verursacht werden [vgl. UNWETTERSCHÄDEN 1991].

Ursachen

Die Ursachen von Hochwasserereignissen lassen sich in drei Gruppen einteilen [RÖTHLISBERGER 1991]:

- Schäden als Folge von starken Gewittern, intensiven Regengüssen, Platzregen und Wolkenbrüchen,
- Schäden als Folge von Dauerregen, meist mehrere Tage anhaltenden schweren Regenfällen, über längere Zeit andauerndes Regenwetter sowie nasser Witterung,
- Schäden als Folge der Schneeschmelze, zumeist verbunden mit anhaltenden Niederschlägen oder Starkregen.

Nicht betrachtete werden ...

Nicht betrachtet werden Schadenereignisse, die auf Lawinen, Schneedruck, Hagel und Sturmwinde zurückzuführen sind. Diese Schäden werden bei den Risikoarten „Lawinen", „Gewitter" und „Sturm" behandelt. Überflutungen, die sich infolge eines Fels-, Bergsturzes oder einer Rutschung ergeben - und nicht direkt mit einem Starkniederschlagereignis zusammenhängen - sind Gegenstand der Risikobetrachtung infolge Massenbewegungen.

3.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Schadenbilder

Vereinfachend können drei Gruppen von Schadenbilder unterschieden werden [RÖTHLISBERGER 1991]:

9) In Anlehnung an die statistischen Grundlagen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) wird synonym für „Hochwasser" auch der Begriff „Unwetter" verwendet.

- Durch Wasser und Geschiebe verursachte Schäden: Überschwemmungen, Überflutungen, Rüfen- und Runsenniedergänge
- Durch Boden verursachte Schäden: Rutschungen, Kriechvorgänge, Schlipfe und dergleichen - also Schäden ausserhalb des unmittelbaren Bach- und Flussbettbereiches
- Schäden, die durch eine Kombination der oben genannten Schadenkomponenten verursacht werden

Entstehung und Abhängigkeiten des Hochwassers

Die Entstehung eines Hochwasserereignisses - und damit auch der Feststoffverlagerung - ist im wesentlichen abhängig von der Witterung, der Topographie, den Bodeneigenschaften, der Vegetationsdecke sowie den hydrogeologischen Eigenschaften im Einzugsgebiet [FORSTER et al. 1993, ZELLER 1981].

Wechselwirkungen mit zivilisationsbedingten Risiken

Das Schadenbild katastrophaler Hochwasserereignisse kann stark von Wechselwirkungen mit zivilisationsbedingten Risiken geprägt sein. Insbesondere wenn ein Ereignis die Bemessungsgrössen der Schutzbauten übertrifft. Viele Industriebauten[10)] liegen in solchen Schutzgebieten. Es muss in Extremfällen mit einer grossen Menge freigesetzter chemischer Stoffe gerechnet werden. Stauanlagen sind bei Hochwasserereignissen immer besonderen Belastungen ausgesetzt. Überflutungen, Überschwappungen beispielsweise auch durch Erdrutsche, Bergstürze usw. bis hin zu Versagenszuständen sind zwar sehr unwahrscheinlich (solange die heute vorhandenen Überwachungen und Notfallplanungen aufrecht erhalten bleiben), allerdings nicht auszuschliessen.

Standort der Kernkraftwerke

Auch die Kernkraftwerke in der Schweiz sind bevorzugt an Flussläufen gebaut worden (z.B. Beznau, Mühleberg) und können dadurch im Extremfall radioaktive Verstrahlung verursachen.

3.3 Typische Hochwasserereignisse pro Ereignisklasse

Hochwasser Ereignisklasse 1

Szenario

Kurz andauernde Starkniederschläge führen zu einzelnen oder mehreren Bachausbrüchen. Gebäude (Parterre und Keller), Strassen und Kanalisationsleitungen werden überschwemmt und verstopft. Daneben wird exponiertes Kulturland überschwemmt und mit Ablagerungen bedeckt. Einzelne Gebiete einer Siedlung können von der Aussenwelt abgeschnitten werden (Strom-, Telefon-, Wasser- und Verkehrsunterbrüche). Daneben ist mit

10) z.B. Produktionsstätten, Lager der chemischen Industrie

Hangrutschungen zu rechnen, die Verkehrsverbindungen und/oder Häuser schädigen. Personen können sich normalerweise in Gebäuden in Sicherheit bringen. Typischerweise besteht keine Gefahr an Leib und Leben. Ausnahme bilden Personen auf Zeltplätzen oder Verkehrsteilnehmer sowie stark exponierte Gebäude.

Ereignisse

1998 19.8.98; GR, Davos: Unwetter beschädigt Bahnstrecke zwischen Davos und Filisur, Sachschaden von etwa 2 Mio. CHF.

1997 August: Überschwemmung in Sachseln (OW) Schäden von 100 bis 150 Mio. CHF; Überschwemmung des Dorfes; schätzungsweise 200'000 m^3 Geröll und Schlamm werden hinterlassen.

1997 24. Juli. Langnau i. E. (BE). Infolge eines Starkniederschlages von rund einer Stunde wurde Langnau und die umliegenden Dörfer durch Schlammströme in Mitleidenschaft gezogen und ein Gebäude zerstört. Mehrere Verkehrswege waren blockiert. Wegen Explosionsgefahr infolge Benzin- und Oelaustritten wurden einige Personen evakuiert.

1997 15. August. Sachseln (OW). Sintflutartige Hagelgewitter führten zum Ausbruch von fünf Dorfbächen. Der Geschiebesammler wurde sehr schnell aufgefüllt und überlief. Grosse Verheerungen im Dorfkern von Sachseln sowie in den Nachbarorten Edisried und Ewil. Rund 420 Erdrutsche und Rüfen ereigneten sich im betroffenen Gebiet.

Hochwasser Ereignisklasse 2

Szenario

Starke, bis zu einigen Tagen andauernde Niederschläge führen in einer ganzen Region zu schweren lokalen Überschwemmungen und/oder Rutschungen sowie womöglich auch zu Murgängen. Die Strom- und Wasserversorgung bricht im gesamten betroffenen Gebiet zusammen. Insgesamt ist mit einzelnen Todesopfern (vorerst vermissten Personen) und Verletzten zu rechnen. Hunderte von Personen müssen evakuiert werden. Besonders exponierte Häuser und Verkehrswege werden von Ufererosionen weggespült. Eine grosse Anzahl von Gebäuden wird bis zum Parterre überschwemmt und mit Ablagerungen (Sand, Steine, Schlamm usw.) gefüllt. Die Überschwemmungen führen zu einzelnen Kurzschlüssen, die Brände auslösen können. In den betroffenen Gebieten werden alle Verkehrswege unterbrochen (Ufererosion, Übermurung, Rutschungen). Grosse Kulturlandflächen werden überschwemmt und mit Ablagerungen bedeckt. Vereinzelt ist mit Oelverschmutzungen infolge lecker Tanks zu rechnen.

Ereignisse

2000 14.-16.10.2000; VS, TI: Überschwemmungen und Erdrutsche im gesamten Gebiet des kt. Wallis. Im Dorf Gondo riss ein Erdrutsch über 12 Häuser mit sich; 100 Familien verlieren alles ihr Hab und

Gut; 12 Todesopfer; Geschätzte Schadensumme im Wallis: 343 Mio. CHF an öffentlichen Einrichtungen, 140 Mio. CHF an Gebäude- und Fahrhabeschäden, Schäden der Bahnen von 35 Mio. CHF. Der Pegel des Langensees steigt auf Jahrhunderthöchststand. Geschätzte Schadensumme im Tessin: Schäden der öffentlichen Hand 200 Mio. CHF, Privatversicherern 155.5 Mio. CHF

1999 Mai: Gesamtes Mittelland, grösseren Seen[11]; Direkte Kosten von ca. 580 Mio. CHF; Ausufern von Seen und der grösseren Flüssen des Mittellandes; Schadenursache war das eindringende Wasser; lokal hohe Schadensummen durch Rutschungen.

1993 24./25. Sept. Oberwallis (Brig), Rohnetal, Saastal und z.T. Reusstal und Waadtland. Am stärksten betroffen war Brig. Intensive Regengüsse während 2-3 Tagen in der gesamten Südschweiz. In Brig ist die Saltina während 12 Stunden durchs Dorf geflossen. 2 Todesopfer in Brig, 2 Herzinfarkte, über 3000 Evakuierte und insgesamt rund 650 Mio. CHF Sachschaden.

1987 24.-25. August. Grossräumige Überschwemmungen im Alpenraum infolge anhaltend starker Niederschläge. Am stärksten betroffen waren die Kantone Uri, Wallis und Tessin. Die wichtigsten Nord-Süd- und West-Ost-Verbindungen waren unterbrochen. Der Kanton Uri war praktisch von der Aussenwelt abgeschnitten. ca. 1000 Personen evakuiert. Gesamtschaden von ca. 800 Mio. CHF

Hochwasser Ereignisklasse 3

Szenario

Tagelange Niederschläge kombiniert mit Schmelzwasser führen in mehreren Regionen der Schweiz zu grossen Überschwemmungen. In den Bergregionen ereignen sich Murgänge und viele Rutschungen. Grosse Gebiete sind von der Umwelt abgeschnitten (Verkehrs-, Strom-, Telefon- und Wasserunterbrüche). Es gibt mehrere Todesopfer und Verletzte, und Tausende von Menschen müssen evakuiert werden. Einzelne Häuser werden weggespült. Die Strom- und Wasserversorgung bricht im gesamten betroffenen Gebiet zusammen.

Insgesamt ist mit einzelnen Todesopfern (vorerst vermissten Personen) und Verletzten zu rechnen. Hunderte von Personen müssen evakuiert werden. Besonders exponierte Häuser werden von Ufererosionen weggespült. Eine grosse Anzahl von Gebäuden wird bis zum Parterre überschwemmt und mit Ablagerungen (Sand, Steine, Schlamm usw.) gefüllt. Die Überschwemmungen führen zu einzelnen Kurzschlüssen, die Brände auslösen. In den betroffenen Gebieten werden alle Verkehrswege unterbrochen (Ufererosi

11) am Thuner-, Brienzer-, Sarner-, Boden-, Zuger- und Walensee wurden Wasserhöchststände dieses Jahrhunderts registriert.

on, Übermurung, Rutschungen). Grosse Kulturlandflächen werden überschwemmt und mit Ablagerungen bedeckt. Es ist mit grossen Oelverschmutzungen infolge lecker Tanks zu rechnen. Sekundärereignissen wie Bränden, Freisetzungen gefährlicher Güter (z.B. Öl), Erdrutsche, Felsstürze sowie Überschwappungen von Stauanlagen können eintreten und erhebliche Schäden verursachen.

Ereignisse

1968 21. Sept. Ergiebige Niederschläge im Mittelland verursachten Überschwemmungen vom Bieler- bis zum Bodensee sowie im Unterwallis. Folgende Kantone wurden erheblich betroffen: Thurgau, Zürich, Aargau, Solothurn, Bern, Freiburg, Wallis.

1876 Schwere Wasserverheerungen in der Nord- und Ostschweiz aufgrund lang andauernden Landregen gefolgt von intensiven Gewittern (10.-15. Juni). Insgesamt wurden 13 Kantone betroffen. Nebst zahlreichen Rutschungen wüteten vor allem folgende Flüsse mit extrem langen Hochwasserspitzen: Rhein, Thur, Sitter, Urnäsch, Murg, Lauche, Töss, Glatt, Reuss, Aare, Emme und Birs.

Hochwasser Ereignisklasse 4

Szenario

Ergiebige, tagelange Niederschläge, kombiniert mit Schmelzwasser, führen in weiten Teilen der Schweiz bis nach Europa zu verheerenden Überschwemmungen. In verschiedenen alpinen und voralpinen Einzugsgebiete haben Murgänge und Erdrutsche Teile von Siedlungen begraben. Ufererosionen führen in den alpinen Einzugsgebieten zu weiteren schweren Schäden. Auch grosse Teile des Mittellandes sind überschwemmt. Sämtliche Hochwasserschutzbauten verlieren ihre Wirkung. Zahlreiche Verkehrsverbindungen sind unterbrochen. Grosse Gebiete müssen evakuiert werden. Viele Siedlungen sind unbewohnbar für längere Zeit und verschiedene Industriezonen sind lahmgelegt. Mit grossräumigen Freisetzungen gefährlicher Güter ist zu rechnen. Ver- und Entsorgung von Abwasser, Trinkwasser, Strom und Telefon sind in weiten Teilen der Schweiz zusammengebrochen. Es ist mit Sekundärereignissen wie Bränden und Freisetzungen gefährlicher Güter (z.B. Öl), Erdrutschen, Felsstürzen sowie Überschwappungen von Stauanlagen zu rechnen

Ereignisse

1910 14. - 15. Juni. Hochwasserkatastrophe in 21 Kantonen der Alpennordseite aufgrund extremer Niederschläge mit gleichzeitiger abnormen Schneeschmelze. Katastrophal betroffen waren die gesamten Einzugsgebiete folgender Flüsse: Rhein, Thur, Aare, Reuss, Linth und Limmat.

1852 17. - 18. Sept. Gesamtes Mittelland vom Genfersee bis zum Bodensee unter Wasser. Dieses Hochwasser gilt als eines der grössten des schweizerischen Mittellandes.

1762 Wasserkatastrophe in den gesamten Rhein-, Reuss- und Lintheinzugsgebieten. Infolge 3-4 tägigen Starkniederschlägen kombiniert mit Schneeschmelze

Hochwasser Ereignisklasse 5

Szenario Ergiebige, monatelange Niederschläge, kombiniert mit Schmelzwasser führen in der gesamten Schweiz während mehreren Monaten bis nach Europa zu verheerenden Überschwemmungen. In allen alpinen und voralpinen Einzugsgebiete haben Murgänge und Erdrutsche Teile von Siedlungen begraben. Ufererosionen führen in den alpinen Einzugsgebieten zu weiteren schweren Schäden. Auch das Mittelland ist vollständig und wiederholt überschwemmt. Sämtliche Hochwasserschutzbauten verlieren ihre Wirkung. Alle wichtigen Verkehrsverbindungen sind unterbrochen. Grosse Gebiete müssen evakuiert werden. Viele Siedlungen sind unbewohnbar für längere Zeit und verschiedene Industriezonen sind lahmgelegt. Mit grossräumigen Freisetzungen gefährlicher Güter ist zu rechnen. Ver- und Entsorgung von Abwasser, Trinkwasser, Strom und Telefon sind in der Schweiz während längerer Zeit zusammengebrochen. Es ist mit Sekundärereignissen wie Bränden und Freisetzungen gefährlicher Güter (z.B. Öl), Erdrutschen, Felsstürzen sowie Überschwappungen und Versagen von Stauanlagen zu rechnen

Ereignisse 1570 Jahr der grossen Wassernot. Vom Februar bis November/Dezember grosse Überschwemmungen in der ganzen Schweiz infolge ständigem Regen und grosser wiederkehrender Schneeschmelzen. Alle Gewässer in der Schweiz führten zu Schäden. Das Wasser des Zürichsees beispielsweise reichte bis zur Fraumünsterkirche. In Luzern reichte das Wasser bis zum Frauenaltar.

1343 Schwere Überschwemmungen in der ganzen Schweiz und ganz Europa infolge starkem Regenwetter, anhaltenden, intensiven Regenfluten und Schneeschmelze. Von vielen Chronisten wird diese Hochwasserkatastrophe als die grösste seit dem Mittelalter bezeichnet.

3.4 Literatur Hochwasser

Bundesamt für Energiewirtschaft BEW, HSK. Gutachten zum Gesuch um unbefristete Betriebsbewilligung und Leistungserhöhung für das Kernkraftwerk Mühleberg. Würenlingen, Oktober 1991.

Darbre, G. R. Dam Risk Analysis. Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel, Schweiz, November 1998, Rev. November 1999

Eggenschwiler, P. Die Elementarschadenversicherung in der Schweiz, in Schweizerische Versicherungszeitschrift, Nr. 7, 1988.

Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen/Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Unwetterschäden in der Schweiz, jährliche Berichte, in: „Wasser, Energie, Luft" (UNWETTERSCHÄDEN (Jahr)).

Geiger, H., Zeller, J., Röthlisberger, G. Starkniederschläge des schweizerischen Alpen- und Alpenrandgebietes: Einführung, Methoden, Spezialstudien, Bd. 7, 1991.

Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Wasserwirtschaft und Eidgenössisches Departement des Innern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Landeshydrologie und –geologie. Ursachenanalyse der Hochwasser 1987: Ergebnisse der Untersuchungen, Mitteilungen des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Nr. 4, 1991 (EVED, EDI 1991a).

Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Wasserwirtschaft und Eidgenössisches Departement des Innern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Landeshydrologie und –geologie. Ursachenanalyse der Hochwasser 1987: Schlussbericht, Mitteilungen des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Nr. 5, 1991 (EVED, EDI 1991b).

Forster, F. et al. Hochwasser, in Forum für Wissen, 1993.

Mani, P. Überblick über die Schadengebiete der Hochwasser 1987, in: Ursachenanalyse der Hochwasser 1987: Ergebnisse der Untersuchungen, BWW 1991.

Röthlisberger, G. Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz, Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Nr. 330, 1991.

Zeller, J. Starkniederschläge und ihr Einfluss auf Hochwasserereignisse: Elemente zur Abschätzung der Hochwasserabflüsse kleiner Einzugsgebiete, Berichte der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Nr. 126, 2. Auflage, 1981.

Röthlisberger, G. Unwetterschäden in der Schweiz, Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Nr. 346, 1998.

Bundesamt für Wasser und Geologie: Landeshydrologie und -geologie. Hochwasser 1999, Analyse der Messdaten und statistische Einordnung. Hydrologische Mitteilungen, Nr. 28, 2000.

Bundesamt für Wasser und Geologie: Landeshydrologie und -geologie. Hochwasser 1999 – Analyse der Ereignisse. Studienbericht Nr. 10/2000, 2000.

4 Gewitter

4.1 Abgrenzung

Vertikale Umwälzungen in der Atmosphäre

Gewitter sind die Folge vertikaler Umwälzungen in der Atmosphäre, bei denen kalte, schwere Luft nach unten stürzt und die davor liegende Warmluft zum Aufsteigen zwingt. Dadurch entstehen stürmische Böen, Blitze, ergiebige Niederschläge und/oder Hagelschlag.

Lokale Erscheinungen

Gewitter sind in der Regel lokale Erscheinungen. Sie können sich jedoch über Zugbahnen von mehreren 100 Kilometern bewegen.

Betrachtet wurde ...

Für die vorliegende Arbeit werden bei der Risikoart „Gewitter" direkte Schäden infolge von Blitz oder Hagelschlag/Wind untersucht. Waldbrände infolge von Blitzen werden unter der Risikoart „Waldbrand" untersucht. Wasserschäden infolge heftiger Niederschläge sind Gegenstand der Untersuchung bei der Risikoart „Hochwasser".

Hagel

Durch Aufwinde gelangt wasserhaltige Warmluft in kältere Luftschichten (typische Situation bei sommerlichen Gewittern). Der Wasserdampf kondensiert und es bilden sich Wolken. Wenn die Aufwinde die Wassertröpfchen, ohne dass sie dabei gefrieren, weiter über die Nullgradgrenze hinaus tragen, können ab -40 C Hagelkörner entstehen. Durch das Zusammentreffen der Tröpfchen mit Gefrierkernen in Form von Staubteilchen, entstehen bereits bei -8 C Eiskristalle, an die sich immer mehr Wassertröpfchen anlagern. Die starken Aufwinde sind auf Schlote konzentriert, die bis in 10 bis 15 km Höhe - und damit bis zu Temperaturen um –50°C bis –70°C - reichen und sind in der Lage, Hagelkörner einige Zeit in der Schwebe zu halten, bevor sie schliesslich schlagartig ausfallen.

Hagelzüge

Dementsprechend erstrecken sich Hagelzüge meistens auf eine Länge von wenigen Kilometern und eine Breite von rund einem Kilometer [GEIPEL 1992]. Ab einem Korndurchmesser von 5 mm wird definitionsgemäss von Hagel gesprochen[12)].

12) Die grössten beobachteten Hagelkörner erreichten einen Durchmesser bis zu 10 cm und ein Gewicht von 770 g (Kansas 1970). Die Aufschlagsgeschwindigkeiten, als ein wesentliches Mass für die Zerstörungskraft, ist vom Durchmesser abhängig: ein 1cm-Korn entwickelt etwa 50 km/h, ein 5cm-Korn 110 km/h und ein 10cm-Korn sogar 150 km/h. Solche Körner können tödlich sein [GEIPEL 1992].

Blitz Beim Blitz[13] handelt es sich um eine Entladung von elektro-magnetischen Spannungen (Ladungsdifferenz) in der Atmosphäre durch einen elektrischen „Strom-Schlag". Die Spannung kann sich von der Erde in die Atmosphäre oder von der Atmosphäre auf die Erde entladen (ergibt Richtung des Blitzes). Schäden kann nur der zweite Fall bewirken.

4.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Hagel: Schäden an Landwirtschaftlichen Kulturen, Gebäuden, Fahrzeugen oder Personen

Hagel richtet in regelmässigen Abständen grosse Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen an. Eine landwirtschaftliche Hagelversicherung[14], die diese Risiken abdeckt, ist deshalb in der Schweiz seit langem eingeführt[15]. Hagel kann allerdings auch über Siedlungsgebieten verheerende Schäden an Gebäuden und Fahrzeugen anrichten. Auch Personenschäden sind bei starken Hagelschlägen möglich. Es sind dies vor allem Verletzungen im Bereich von Kopf, Schultern und Armen [GEIPEL 1992].

Blitz: Schäden an Einzelobjekten

Der Blitz ist ein punktuelles Ereignis. Er trifft in der Regel ein Einzelobjekt. Die Wirkung auf Mensch und Tier ist dabei oft tödlich. Schlägt ein Blitz in Gebäude oder Wald ein, kann ein Brand entstehen. Blitzschläge in Einrichtungen der Stromversorgung (z.B. auch Fahrleitungen der Eisenbahn) können zu deren Ausfall führen.

Einfluss der Geographischen Lage auf die Gewitterhäufigkeit

Die spezielle geographische Lage der Schweiz mit den Alpen im Süden und dem Jura im Norden beeinflusst massgebend die Gewitterhäufigkeit in den verschiedenen Regionen.

4.3 Typische Gewitterereignisse pro Ereignisklasse

Gewitter Ereignisklasse 1

Szenario

Ein Gewitter mit heftigen Blitz- und Hagelschlägen, orkanartigen Böen und Regenfluten zieht über eine Region. Im betroffenen Hauptschadengebiet werden Bäume umgeworfen und Stromleitungen heruntergerissen. Bahnlinien werden unterbrochen. Auf den Strassen ereignen sich einige Unfälle, unter anderem auch wegen umgefallenen Bäumen. Die Regenfluten überschwemmen Keller und Tiefgaragen oder können lokale Erdrutsche auslö

13) Über der Schweiz entstehen jährlich rund 200'000 Blitze. Sie führen zu durchschnittlich 10 Unfällen und 5000 Sachbeschädigungen an Gebäuden mit einer Schadensumme von gegen 20 Mio. CHF [STECK 1991].

14) In den risikoreichen Gebieten sind schätzungsweise 70 - 90 % der Landwirte versichert [TORRIANI 1992].

15) Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft, Zürich

sen. Blitze können Brände auslösen (z.B. Dachstockbrand) oder Stromnetze unterbrechen. Die Hagelschäden betreffen primär landwirtschaftliche Kulturen. Einzelne Fahrzeuge, Gebäude- oder Gartenteile können ebenfalls Hagelschäden nehmen. Einzelne Personen erleiden Verletzungen.

Ereignisse

1996 11. Aug. Kanton VD. Hagelschäden an Kulturen von über 1 Mio. CHF

1996 29. Juli. Chur. Heftige Gewitter verursachten grosse Schäden. Ein Heu- und Viehstall wurde völlig zerstört (Blitzbrand). Umgestürzte Bäume blockierten die Strassen.

Gewitter Ereignisklasse 2

Szenario

Ein grossräumiges Gewitter mit mehreren Hagelzügen zieht über Teile der Schweiz. Heftige Blitz- und Hagelschläge, orkanartige Böen und Regenfluten richten grosse Schäden an Kulturen, Gebäuden, Fahrzeugen oder an der Infrastruktur an. Einige Personen erleiden Verletzungen. Im betroffenen Hauptschadengebiet werden Bäume umgeworfen und Stromleitungen heruntergerissen. Bahnlinien werden unterbrochen. Auf den Strassen ereignen sich einige Unfälle, unter anderem auch wegen umgefallenen Bäumen. Viele Strassen müssen gesperrt werden. Die Regenfluten überschwemmen Gebäude, Strassen, Keller und Tiefgaragen oder können lokale Erdrutsche auslösen. Blitze verursachen Brände (z.B. Dachstockbrand) oder unterbrechen Stromnetze. Die Hagelschäden betreffen neben landwirtschaftlichen Kulturen auch Fahrzeuge und Gebäude.

Ereignisse

1994 2. Juni. Zwischen Genfer- und Bodensee. Schwere Hagelschäden an Kulturen. Mehrere Strassen zeitweise geschlossen. Zwei Autoinsassen durch entwurzelte Bäume schwer verletzt. Grossräumige Streckenblockierungen auf der Bahn. Über 2'500 Hagelschäden im Gesamtbetrag von 20 Mio. CHF sind bei den Versicherungen gemeldet worden.

Gewitter Ereignisklasse 3

Szenario

Ein grossräumiges Gewitter mit mehreren Hagelzügen zieht über einige 100 km über die Schweiz. Heftige Blitz- und Hagelschläge, orkanartige Böen und Regenfluten richten grosse Schäden an Kulturen, Gebäuden, Fahrzeugen oder an der Infrastruktur an. Einige Personen erleiden Verletzungen. Im betroffenen Schadengebiet werden Bäume umgeworfen und Stromleitungen heruntergerissen. Bahnlinien werden unterbrochen. Auf den Strassen ereignen sich viele Unfälle, unter anderem auch wegen umgefallenen Bäumen. Viele Strassen müssen gesperrt werden. Die Regenfluten überschwemmen Gebäude, Strassen, Keller und Tiefgaragen oder können lokale Erdrutsche auslösen. Blitze verursachen Brände (z.B. Dachstockbrand) oder unterbrechen Stromnetze. Die Hagelschäden betreffen neben

landwirtschaftlichen Kulturen viele Fahrzeuge und Gebäude. Alle Verkehrsinfrastrukturen (Bahn, Strasse, Flughafen) werden vorübergehend ausser Betrieb gesetzt.

Ereignisse

1992 21. Juli. BS/BL, SO, VD, ZH. Gewittersturm „Lea" verursacht Sturm- und Hagelschäden von über 100 Mio. CHF Alleine an 10'000 Autos entsteht ein Schaden von 50 Mio. CHF, 6 Todesopfer durch Blitzschlag und Sturmwinde.

1986 15. bis 18. Aug. Westschweiz, Innerschweiz, Rheintal. Enorme Hagel- und Blitzbrandschäden, 40'000 verbeulte Autos kosteten die Versicherungen rund 140 Mio. CHF

Gewitter Ereignisklasse 4

Szenario

Ein grossräumiges Gewitter mit mehreren Hagelzügen zieht über einige 100 km über die Schweiz. Heftige Blitz- und Hagelschläge, orkanartige Böen und Regenfluten richten grosse Schäden an Kulturen, Gebäuden, Fahrzeugen oder an der Infrastruktur an. Viele Personen erleiden Verletzungen oder werden von riesigen Hagelkörnern tödlich verletzt. Im betroffenen Schadengebiet werden Bäume umgeworfen und Stromleitungen heruntergerissen. Bahnlinien werden unterbrochen. Auf den Strassen ereignen sich viele Unfälle, unter anderem auch wegen umgefallenen Bäumen. Viele Strassen müssen gesperrt werden. Die Regenfluten überschwemmen Gebäude, Strassen, Keller und Tiefgaragen oder können lokale Erdrutsche auslösen. Blitze verursachen Brände (z.B. Dachstockbrand) oder unterbrechen Stromnetze. Die Hagelschäden betreffen neben landwirtschaftlichen Kulturen viele Fahrzeuge und Gebäude. Alle Verkehrsinfrastrukturen (Bahn, Strasse, Flughafen) werden vorübergehend ausser Betrieb gesetzt.

Ereignisse

1995 Mai. Texas (USA). Hagelkörner grösser als Tennisbälle mit Sturmböen und Regengüssen forderten 15 Todesopfer und rund 100 Verletzte. Ursachen: Blitz, Hagel, Brand, Wasser. Sachschäden von gegen 400 Mio. Dollar.

1984 Juni. München und Umgebung. 400 Verletzte, 80 Mio. DM landwirtschaftliche Versicherungsschäden, 70'000 Gebäude (350 Mio. DM Versicherungsschaden), 240'000 Autos (800 Mio. DM Versicherungsschaden) und 175 Flugzeuge (180 Mio. Versicherungsschaden) beschädigt. -> 1.5 Mrd. DM Versicherungsschaden und rund 3 Mrd.

Gewitter Ereignisklasse 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

4.4 Literatur Gewitter

Bauernverband der Schweiz. Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung. Sekretariat des Schweizerischen Bauernverbandes, Brugg 1992.

Geipel R. Naturrisiken - Katastrophenbewältigung im sozialen Umfeld.

Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1992.

Münchener Rückversicherungsgesellschaft. Sturm - neue Schadendimension einer Naturgefahr. Münchener Rück, 1990, Hagel, München, 1984.

Röthlisberger G. Unwetterschäden in der Schweiz. Jährliche Berichte in „Wasser, Energie, Luft", 1983 - 93.

Schweizer Hagel-Versicherungs-Gesellschaft. Geschäftsbericht 1992, Statistiken von 1983-1992, Hagelgefahrenkarte 1990.

Steck K. Blitzschutzanlagen in der Schweiz. In Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 8, 21. Februar 1991.

Torriani Y. Rund um den Hagel. NZZ Nr. 169, 23 Juli 1992.

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF). Schadenstatistiken von 1991 - 1980, Resultate der 19 öffentlich-rechtlichen Gebäudeversicherungen, Bern.

5 Sturm

5.1 Abgrenzung

Drei Sturmarten in der Schweiz

In der Schweiz können folgende drei Sturmarten unterschieden werden [SCHIESSER et al. 1992]:

- Aussertropischer Sturm oder Wintersturm (Spezialfall: Schneesturm)
- Föhnsturm (reiner Windsturm in den Alpentäler)
- Gewitter- und Hagelsturm (Spezialfälle: Tornados, Downbursts)

Andere Sturmarten ...

Andere Sturmarten sind tropische Wirbelstürme sowie Tornados, die in der Schweiz nicht anzutreffen sind.

Nicht betrachtet werden ...

Schäden infolge solcher Stürme werden durch Sturmwinde, Böen, lang andauernde Niederschläge, Starkniederschläge, Hagelfälle und Blitzschlag verursacht. Für die vorliegende Arbeit werden bei der Risikoart „Sturm" nur Schäden infolge von Sturmwinden und Böen betrachtet. Schäden infolge Niederschlägen, Hagel- und Schneefällen sowie Blitzschlägen sind Gegenstand der Untersuchungen bei den Risikoarten „Hochwasser", „Kältewelle" und „Gewitter". Daher werden die folgenden zwei Sturmarten unter der Risikoart „Sturm" analysiert.

Betrachtet werden: Aussertropische Stürme

Aussertropische Stürme gehen von intensiven Kaltluftausbrüchen aus, die von den Polargebieten in die gemässigten Breiten gerichtet sind (vor allem im Herbst und Winter). Sie übersteigen nur in seltenen Fällen und an besonders exponierten Lagen einen Wert von 200 km/h. Ihre Zerstörungskraft wird entscheidend von der riesigen Ausdehnung ihrer Sturm- und Orkanfelder sowie deren langen Dauer verursacht [MÜNCHENER RÜCK 1990].

Betrachtet werden: Föhn (Fallwind)

Der Föhn ist ein Fallwind und entsteht, wenn die auf der Luvseite der Alpen heran geführte Luft kälter als die Leeseitige ist (Nord- und Südföhn). In den Talorten der Leeseite beobachtet man drei wichtige Erscheinungen des Föhns [KUHN 1989]:

- stürmische, böige Winde
- Anstieg der Temperatur
- Abnahme der relativen Feuchte

Der Föhn kann im Extremfall Windgeschwindigkeiten bis zu 200 km/h erreichen. Die Geschwindigkeiten sind um so höher, je grösser der Temperaturanstieg und die Fallhöhe sind. Die Entstehung ist eng an die Topographie gekoppelt, so dass diese Art von Stürmen immer an denselben Orten

bzw. in denselben Tälern auftreten. Deshalb hat sich nicht nur die Vegetation, sondern auch der Mensch so darauf eingestellt, dass grössere Schäden nur eintreten, wenn die Intensität einen aussergewöhnlich hohen Wert erreicht [MÜNCHENER RÜCK 1990].

5.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Einteilung nach Beaufortskala

Die Einteilung der Windwirkungen an der Erdoberfläche geschieht international nach der Beaufortskala (Abbildung 3). Ab Windstärke 6 können leichte Windschäden auftreten. Versicherungsschutz wird meist ab Windstärke 8 gewährt. Bei der nach oben offenen Windstärke 12 nehmen Gebäudeschäden exponentiell mit der Geschwindigkeit zu.

Abbildung 3: Windstärkenskala nach Beaufort. Zu beachten ist ... [MÜNCHENER RÜCK 1990]

Beaufort-Skala

Bft	Bezeichnung	Mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe				Winddruck
		m/s	km/h	Landmeilen/h	Knoten	kg/m²
0	Windstille	0 – 0,2	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0
1	Leiser Zug	0,3 – 1,5	1 – 5	1 – 3	1 – 3	0 – 0,1
2	Leichter Wind	1,6 – 3,3	6 – 11	4 – 7	4 – 6	0,2 – 0,6
3	Schwacher Wind	3,4 – 5,4	12 – 19	8 – 12	7 – 10	0,7 – 1,8
4	Mäßiger Wind	5,5 – 7,9	20 – 28	13 – 18	11 – 15	1,9 – 3,9
5	Frischer Wind	8,0 – 10,7	29 – 38	19 – 24	16 – 21	4,0 – 7,2
6	Starker Wind	10,8 – 13,8	39 – 49	25 – 31	22 – 27	7,3 – 11,9
7	Steifer Wind	13,9 – 17,1	50 – 61	32 – 38	28 – 33	12,0 – 18,3
8	Stürmischer Wind	17,2 – 20,7	62 – 74	39 – 46	34 – 40	18,4 – 26,8
9	Sturm	20,8 – 24,4	75 – 88	47 – 54	41 – 47	26,9 – 37,3
10	Schwerer Sturm	24,5 – 28,4	89 – 102	55 – 63	48 – 55	37,4 – 50,5
11	Orkanartiger Sturm	28,5 – 32,6	103 – 117	64 – 72	56 – 63	50,6 – 66,5
12	Orkan	32,7 –	118 –	73 –	64 –	66,6 –

Sturmphasen

In einer ersten Phase, um Windgeschwindigkeiten zwischen 60-100 km/h, sind es vor allem Zelte, Gerüste oder andere „Provisorien" sowie einzelne Bäume, die Schaden verursachen können. Brände breiten sich viel schneller aus, als bei Windstille. Bei ungewöhnlich hohen Windgeschwindigkeiten (ab Beaufort 12) sind es vielfach ganze Waldflächen, die umfallen und Dächer, die abgedeckt werden. Bei extremer Windgeschwindigkeit (über ca. 130-150 km/h) können auch robuste Gebäude gefährdet sein. Insbesondere sind unter extremen Verhältnissen auch Freisetzungen von gefährlichen Stoffen denkbar (chemische Stoffe, radioaktive Verstrahlung).

Quantifizierung des Sturmrisikos

Es ist äusserst schwierig, das Sturmrisiko zu quantifizieren, da die Schadenwirkung von vielen Faktoren, wie beispielsweise Böigkeit, Windrichtung, Sturmdauer, Lufttemperatur, Sturmpfad, geographische Ausdehnung, Topographie abhängt [SCHIESSER et al. 1992]. Mit Blick auf Sturmschäden in Wäldern spielt daneben auch der Waldzustand (Waldstruktur, Waldzusammensetzung sowie Stabilität der Waldbestände) eine wichtige Rolle, der unter anderem zeitlichen Veränderungen unterworfen ist.

Windgeschwindigkeit allein ist ein wenig präzises Mass

Die Windgeschwindigkeit allein ist ein wenig präzises Mass zur Bestimmung des Schadenausmasses. Eine bessere Grösse, wie dies beispielsweise bei den Erdbeben die Magnitude darstellt, gibt es noch nicht.

5.3 Typische Sturmereignisse pro Ereignisklasse

Sturm Ereignisklasse 1

Szenario

Ein Sturm erreicht durchschnittliche Geschwindigkeiten von 89 - 117 km/h. Gebäudeteile wie Dachziegel, Kamine usw. fallen herunter, Fahrzeuge werden beschädigt, Brände werden entfacht; entwurzelte Bäume versperren Verkehrswege und unterbrechen Strom- und Telefonleitungen. Viele Verkehrsunfälle ereignen sich infolge des Windes. Boote geraten in Seenot. Es ist mit einzelnen Toten und einzelnen Verletzten zu rechnen (herum fliegende Gegenstände, einstürzende Gebäudeteile). An exponierten Stellen werden Waldflächen von einigen km^2 umgelegt.

Ereignisse

1998 Januar. Schweiz. In mehreren Kantonen waren wegen der heftigen Stürme Bahn- und Strassenverbindungen unterbrochen. Bäume wurden entwurzelt und Ziegel von den Dächern gerissen. Vereinzelt traten mehrere Stunden dauernde Stromunterbrüche auf. Mindestens 2 Menschen wurden verletzt. Spezielles: Ein 200 Tonnen schwerer Brückenkran wurde aus den Schienen geblasen. Ein 1000 Liter Heizöltank wurde umgekippt und schlug Leck.

1997 Februar. Schweiz. Stromleitungen wurden durch heruntergerissene Äste unterbrochen. Grosse Verkehrsbehinderungen wegen umgestürzten Bäumen. Dächer wurden abgedeckt. 2 Verletzte infolge herum fliegender Gegenstände. Ein Flächenbrand wegen des Windes und ein Totalabbrand einer Scheune wegen des Windes.

1996 November. Föhnstürme in der Schweiz verursachen vor allem in der Ostschweiz schwere Schäden. Mindestens drei Verletzte. Bahn, Strassen und Telefon/Strom waren für rund einen Tag unterbrochen. Spezielles: Eine Komposition der Wengernalp-Bahn wurde aus den Schienen geblasen: 3 Verletzte.

Sturm Ereignisklasse 2

Szenario

Ein aussertropischer Sturm oder ein Föhnsturm erreicht Geschwindigkeiten von mehr als 118 km/h (Orkan). An exponierten Stellen werden Gebäude stark beschädigt (ca. 3 % des Neuwertes). Brände werden entfacht oder breiten sich unaufhaltsam und rasch aus. Verkehrswege (Brücken, Oberleitungen), Strom- und Telefonleitungen werden umgerissen (= Zusammenbruch der Funktionen). Mobile Gegenstände werden herumgeschleudert (Schiffe, Auto, LKW, ...). Viele Verkehrsunfälle ereignen sich. Einige Personen kommen durch den Orkan um und/oder werden verletzt (herumfliegende/einstürzende Gebäudeteile). Der Orkan zerstört grosse Flächen Wald.

Ereignisse

1999 26. Dezember. Der Orkan Lothar hat direkte und indirekte Schäden von 1,7 Milliarden Franken hinterlassen. 14 Menschen starben im Sturm, 15 bei den Aufräumarbeiten. Die höchsten Kosten entstanden mit 760 Mio. CHF im Wald und mit 725 Mio. an Gebäuden und beweglichen Gütern. Weitere Schäden betreffen die Verkehrs-, Kommunikations- und Elektrizitätsinfrastruktur sowie frei stehende Bäume.

1990 27./28. Februar („Vivian"). 4.9 Mio. m^3 Holz gefallen (50 km^2), Folgeschäden wie: 250 Millionen CHF Aufräumarbeiten, erhöhtes Risiko durch Lawinen, Steinschläge, Überschwemmungen und Rutschungen; Gebäudeschäden durch Privatversicherer gedeckt: 52 Mio. CHF sowie Schäden an Fahrhabe: 22 Mio. CHF

1987 4. April. Föhnsturm. Gebäudeschäden von über 65 Mio. CHF (Preisstand 1993: ~ 100 Mio. CHF), Schäden an Hafenanlagen und Schiffen von über 10 Mio. CHF (Preisstand 1993:~ 15 Mio. CHF) sowie Waldschäden von 0.24 Mio. m^3 (ca. 3 km^2 Wald).

1962 8. November. Föhnsturm. Vor allem Berner Oberland. Insgesamt rund 20 km^2 Wald gefällt (2 Mio. m^3).

Sturm Ereignisklasse 3

Szenario

Ein aussertropischer Sturm oder ein Föhnsturm erreicht Geschwindigkeiten von mehr als 180 km/h. Ein grösseres Gebiet in der Schweiz wird „lahmgelegt". Verkehrswege (Brücken, Oberleitungen), Strom- und Telefonleitungen brechen grossflächig zusammen. Viele Gebäude werden stark beschädigt. Brände werden entfacht oder breiten sich unaufhaltsam und rasch aus. Mobile Gegenstände werden herumgeschleudert (Schiffe, Auto, LKW, ...). Viele Verkehrsunfälle ereignen sich. Einige Personen kommen durch den Orkan um und/oder werden verletzt (herumfliegende/einstürzende Gebäudeteile). Der Orkan zerstört grosse Flächen Wald.

Ein solch verheerender Sturm ist in der Schweiz nicht dokumentiert. Dass Winde solche Kräfte mobilisieren können, sollen folgende internationale Beispiele illustrieren.

Ereignisse

1998 Januar. Stürme in Nordfrankreich und Südengland. Mehrere 1000 Häuser entlang der Sturmschneise stark beschädigt. Strommasten geknickt. Autos wurden durch die Luft geschleudert. Viele Verletzte/Obdachlose.

1992 Sommer. Florida (USA). Hurrikan „Andrew" verursacht grösste je registrierte Versicherungsschäden infolge Sturm. Windgeschwindigkeiten von über 200 km/h. Viele Todesopfer, Obdachlose, zerstörte Häuser.

1990 Februar. Europa (Deutschland, England, Niederlande): „Vivian" und „Wiebke" verursachen Versicherungsschäden von 15 Mrd. CHF 60 Mio. m^3 Sturmholz.

Sturm Ereignisklasse 4

Szenario

Ein aussertropischer Sturm oder ein Föhnsturm erreicht Geschwindigkeiten von mehr als 250 km/h. Die gesamte Schweiz und anliegende Gebiete werden tagelang „lahmgelegt". Verkehrswege (Brücken, Oberleitungen), Strom- und Telefonleitungen brechen grossflächig zusammen. Viele Gebäude werden stark beschädigt. Brände werden entfacht oder breiten sich unaufhaltsam und rasch aus (Waldbrände!). Mobile Gegenstände werden herum geschleudert (Schiffe, Auto, LKW, ...). Viele Verkehrsunfälle ereignen sich. Einige Personen kommen durch den Orkan um, viele werden verletzt (herum fliegende/einstürzende Gebäudeteile). Der Orkan zerstört grosse Flächen Wald.

Ein solch verheerender Sturm ist in der Schweiz nicht dokumentiert. Dass Winde solche Kräfte mobilisieren können, sollen folgende internationale Beispiele illustrieren.

Ereignisse

1992 Sommer. Florida (USA). Hurrikan „Andrew" verursacht grösste je registrierte Versicherungsschäden infolge Sturm. Windgeschwindigkeiten von über 200 km/h. Viele Todesopfer, Obdachlose, zerstörte Häuser.

1990 Februar. Europa (Deutschland, England, Niederlande): „Vivian" und „Wiebke" verursachen Versicherungsschäden von 15 Mrd. CHF 60 Mio. m^3 Sturmholz.

Sturm Ereignisklasse 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

5.4 Literatur Sturm

Bundesamt für Energiewirtschaft, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen. Gutachten zum Gesuch um unbefristete Betriebsbewilligung und Leistungserhöhung für das KKW Mühleberg. Würenlingen, Oktober 1991.

BUWAL, Eidg. Forstdirektion, Sektion Holz. Waldschaden-Handbuch, 2. überarbeitete Auflage, Bern, 1993.

BUWAL. 2001. http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/2001_2/art11/index.html

Eggenschwiler P. Die Elementarschadenversicherung in der Schweiz, in Schweizerische Versicherungszeitschrift Nr. 7, Bern, Juli 1988.

Gutermann T. Vergleichende Untersuchung zur Föhnhäufigkeit im Rheintal zwischen Chur und Bodensee, Veröffentlichung der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 18, 1970; in Kuhn M., Föhnstudien, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1989.

Holenstein B. Sturmschäden 1990 im Schweizer Wald. Schriftenreihe Umwelt Nr. 218, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 1994.

Münchener Rückversicherungsgesellschaft. Sturm - neue Schadendimension einer Naturgefahr, Münchener Rück, 1990.

Münchener Rückversicherungsgesellschaft. Weltkarte der Naturgefahren, Münchener Rück, 1988.

Röthlisberger G., Zeller J. Unwetterschäden in der Schweiz in den Jahren 1981-92. in: „Wasser, Energie, Luft", 1981-92, Baden.

Schiesser H., Waldvogel A. Stürme, Vorstudie Nr. 3 im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes 31: „Klimaänderungen und Naturkatastrophen", Programmleitung NFP 31, März 1992.

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF). Elementarschadenstatistik für die Jahre 1980-1991, Bern.

Wandeler H., Günter R. Sturmschäden 1990: Lagebeurteilung aus der Sicht der Eidg. Forstdirektion, in Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 6, Juni 1991.

6 Lawinen

6.1 Abgrenzung

Massenbewegung von Schneemassen

Lawinen sind Massenbewegungen, die Schneemassen von einem Anrissgebiet über eine Sturzbahn in ein Ablagerungsgebiet transportieren. Ihr Auftreten ist abhängig von der Topographie, dem Klima sowie den Witterungsbedingungen [FÖHN 1993]. Lawinen können vereinfachend in die zwei Klassen „Fliesslawinen" und „Staublawinen" unterteilt werden. Tabelle 2-1 gibt einen Überblick über das charakteristische Verhalten dieser beiden Lawinenklassen.

Tabelle 1: Charakteristisches Verhalten von Schneelawinen [HUTTER 1992, ZOLLINGER 1990]

	Fliesslawine	**Staublawine**
typische Geschwindigkeit (v)	nass: 60 - 80 km/h trocken: < 140 km/h	200 - 500 km/h
Dichte (ρ)	nass: 300 - 500 kg/m^3 trocken: 50 - 300 kg/m^3	5 - 10 kg/m^3
Kräfte (P)[16]	nass:[17] 4 - 20 t/m^2 trocken: < 25 t/m^2	1 - 10 t/m^2
Fliesshöhe	< 2 - 5 m	50 - 100 m
Effekte der Topographie	Lawine oft in Runsen und Tälern kanalisiert	Von Topographie unbeeinflusst, Lawine folgt dem steilsten Gefälle.

16) $P = c \cdot \rho / 2g \cdot v^2$; mit $g = 9.81$ m/s^2 und $c = 1\text{-}2$.

17) In Einzelfällen können Kräfte bis zu 50 - 60 t/m^2 auftreten. In Japan sind sogar Kräfte über 200 t/m^2 gemessen worden [ZOLLINGER 1991].

6.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Einheitliche Lawinengefahrenskala in Europa

In allen europäischen Ländern gibt es seit dem Winter 1993/94 eine einheitliche Lawinengefahrenskala. Tabelle 2 fasst die Skala im Überblick zusammen. In der Schweiz gilt die Skala als Interpretationshilfe für das Lawinenbulletin des Eidg. Schnee- und Lawinenforschungsinstitutes (EISLF). Sie soll sowohl mit Blick auf die Terminologie von Gefahrenstufen und deren Auswirkungen als auch in sachlicher und rechtlicher Hinsicht klare Verhältnisse schaffen [FÖHN 1993].

Tabelle 2: Europäische Lawinengefahrenskala [EIDG. SCHNEE- UND LAWINENFORSCHUNG 2001]

Gefahrenstufe	Schneedeckenstabilität Lawinen-Auslösewahrscheinlichkeit Auswirkungen für Verkehrswege und Siedlungen / Empfehlungen Hinweise für Personen ausserhalb gesicherter Zonen / Empfehlungen
1 gering	Die Schneedecke ist allgemein gut verfestigt und stabil. Auslösung ist allgemein nur bei grosser Zusatzbelastung[18] an sehr wenigen, extremen Steilhängen möglich. Spontan sind nur kleine Lawinen (sogenannte Rutsche) möglich. Keine Gefährdung. Allgemein sichere Verhältnisse.
2 mässig	Die Schneedecke ist an einigen Steilhängen[19] nur mässig verfestigt, ansonsten allgemein gut verfestigt. Auslösung ist insbesondere bei grosser Zusatzbelastung , vor allem an den angegebenen Steilhängen möglich. Grössere spontane Lawinen sind nicht zu erwarten. Kaum Gefährdung durch spontane Lawinen. Mehrheitlich günstige Verhältnisse. Vorsichtige Routenwahl, vor allem an Steilhängen der angegebenen Exposition und Höhenlage.

18) Zusatzbelastung: gross (z.B. Skifahrergruppe ohne Abstände, Pistenfahrzeug) gering (z.B. einzelner Skifahrer, Fussgänger). Steilhänge: Hänge steiler als rund 30 Grad mässig steiles Gelände: Hänge flacher als rund 30 Grad extreme Steilhänge: besonders ungünstig bezüglich Neigung, Geländeform, Kammnähe, Bodenrauhigkeit spontan: ohne menschliches Dazutun Exposition: Himmelsrichtung, in die ein Hang abfällt exponiert: besonders der Gefahr ausgesetzt Die Gefahrenstufen gelten einheitlich im ganzen Alpengebiet.

19) Das lawinengefährliche Gelände ist im Lawinenbulletin im allgemeinen näher beschrieben (z.B Höhenlage, Exposition, Geländeform usw.).

3 erheblich	Die Schneedecke ist an vielen Steilhängen nur mässig bis schwach verfestigt. Auslösung ist bereits bei geringer Zusatzbelastung vor allem an den angegebenen Steilhängen möglich. Fallweise sind spontan einige mittlere, vereinzelt aber auch grosse Lawinen möglich. Exponierte Teile vereinzelt gefährdet. Dort sind teilweise Sicherheitsmassnahmen zu empfehlen. Teilweise ungünstige Verhältnisse. Erfahrung in der Lawinenbeurteilung erforderlich. Steilhänge der angegebenen Exposition und Höhenlage möglichst meiden.
4 gross	Die Schneedecke ist an den meisten Steilhängen schwach verfestigt. Auslösung ist bereits bei geringer Zusatzbelastung an zahlreichen Steilhängen wahrscheinlich. Fallweise sind spontan viele mittlere, mehrfach auch grosse Lawinen zu erwarten. Exponierte Teile mehrheitlich gefährdet. Dort sind Sicherheitsmassnahmen zu empfehlen. Ungünstige Verhältnisse. Viel Erfahrung in der Lawinenbeurteilung erforderlich. Beschränkung auf mässig steiles Gelände / Lawinenauslaufbereiche beachten.
5 sehr gross	Die Schneedecke ist allgemein schwach verfestigt und weitgehend instabil. Spontan sind zahlreiche grosse Lawinen, auch in mässig steilem Gelände zu erwarten. Akute Gefährdung. Umfangreiche Sicherheitsmassnahmen. Sehr ungünstige Verhältnisse. Verzicht empfohlen.

Gefahrensituationen v.a. auf den Tourismusbereich ausgerichtet

Die Gefahrensituationen sind vor allem auf den Tourismusbereich ausgerichtet. Um die Gefährdung von Verkehrswegen (Strassen, Bahnen) und Siedlungen zu erfassen, wird in extremen Lawinensituationen die zusätzliche Warnstufe „Extremsituation" angefügt. Unterbrochene Verkehrsachsen, Elektrizitäts- und Kommunikationsverbindungen haben heute viel weitreichendere Konsequenzen als noch vor 50 Jahren, und müssen daher entsprechend gewichtet werden [SLF 2000].

6.3 Typische Lawinenereignisse pro Ereignisklasse

Lawine Ereignisklasse 1

Szenario

Einige Berggemeinden werden von grossen Schneemengen und Lawinenniedergängen lahmgelegt und von der Umgebung abgeschnitten. Einige Lawinen zerstören Häuser, Ställe, Infrastrukturbauten für Strom, Telefon und Verkehr. Die Sachschäden können von einigen Mio. CHF bis zu 100 Mio. CHF betragen. Einzelne Todesopfer sind zu beklagen, und einige Häuser bis zu ganzen Dörfern müssen vorübergehend evakuiert werden. Es sind einzelne Verletzte zu betreuen. In den meisten Fällen müssen auch Tiere (Vieh) evakuiert werden, wobei viele umkommen. Häufig verendet

auch eine grosse Anzahl wild lebender Tiere unter den Schneemassen. Einige Lawinen reissen ganze Waldstücke um, welche oft eine Schutzfunktion erfüllen. Die Lawinentätigkeit dauert zwischen 2 und 6 Tagen

Ereignisse

1986 2. - 5. Feb.: In Airolo wird ein Teil des Dorfes evakuiert, viele Strassen in den Kantonen TI, GR und VS sind gesperrt, einzelne Brücken beschädigt, in Poschiavo werden ca. 0.05 km^2 Wald zerstört.

1984 8. - 10. Feb.: In Quinto (TI), Blitzingen (VS) und Oberried (BE) sind 9 Todesopfer zu beklagen, mindestens 100 Stück Vieh werden getötet, mindestens 50 Häuser und Chalets sowie diverse Bahnbrücken und Strassen zerstört und beschädigt. Sachschäden in Millionenhöhe führen zur Forderung nach mehr Bundesgeld für Lawinenschutz.

1975 April: In GR, UR, TI: Acla, Andermatt, Vals. Insgesamt 7 Todesopfer, 10 - 20 Verletzte, zahlreiche Evakuierungen von Mensch und Tier (z.T. ganze Dörfer), Acla zerstört, Verkehrsverbindungen unterbrochen, mindestens 13 Mio. CHF Sachschäden (Preis 1993: 30 Mio. CHF).

Lawine Ereignisklasse 2

Szenario

Die gesamte Alpenregion wird von grossen Schneemengen lahmgelegt und von der Umgebung abgeschnitten. Lawinen zerstören einige Dörfer. Einige 1000 bis 10'000 Personen müssen im Alpengebiet evakuiert bzw. gerettet und an sichereren Orten untergebracht werden. Im gesamten Alpenraum sind zwischen 100 und 1000 Verletzte und 50 bis 500 Todesopfer zu beklagen. Dazu kommen Tausende von Tierkadavern und Viehevakuationen. Grosse Waldstücke werden durch Lawinen zerstört. Die gesamte Infrastruktur in diesen Regionen, aber auch die Transitverbindungen (Verkehr, Strom, ...) sind unterbrochen, wichtige Brücken zerstört. Die Wiederherstellungskosten bewegen sich in der Grössenordnung von einigen 100 Mio. CHF Die Lawinengefahr dauert Tage bis Wochen.

Ereignisse

1999 Januar/Februar: über fast einen Monat anhaltende Schneefälle bei eher tiefen Temperaturen. Stark betroffen war der gesamte Alpennordhang sowie weite Teile der Wallis und von Graubünden. Insgesamt 17 Todesopfer und über 600 Mio. CHF Schadenkosten (wovon etwa 440 Mio. CHF direkte Schäden).

1951 Im Januar wird der ganze Alpenraum von grossen Schneemassen zugedeckt. Insgesamt 98 Todesopfer und 62 Verletzte sind zu beklagen, über 1'000 Stück Vieh werden getötet, 187 Häuser, 999 Ställe und 303 andere Gebäude werden völlig zerstört, Verkehrsverbindungen sind unterbrochen, viele Bergtäler tagelang abgeschnitten, versorgt wird durch die Luft. Über die Höhe der Sachschäden existieren keine Angaben.

1749 Lawinenkatastrophe im TI und GR (Bosco Gurin, Rueras, Ossasco) fordert insgesamt 94 Todesopfer.

Lawine Ereignisklasse 3

Szenario Die gesamte Alpenregion wird von grossen Schneemengen wiederholt lahmgelegt und von der Umgebung abgeschnitten. Die Lawinenverbauungen halten vielerorts die Schneemassen nicht mehr zurück. Während Wochen und wenigen Monaten zerstören Lawinen immer wieder verschiedene Dörfer. Einige 10'000 Personen müssen im gesamten Alpengebiet evakuiert bzw. gerettet und an sichereren Orten untergebracht werden (am Anfang auch Touristen). Die Lawinen fordern viele Todesopfer und Verletzte. Dazu kommen Tausende von Tierkadavern und Viehevakuationen. Grosse Waldstücke werden durch Lawinen zerstört. Die gesamte Infrastruktur in diesen Regionen, aber auch die Transitverbindungen (Verkehr, Strom, ...) sind unterbrochen, wichtige Brücken zerstört. Die Lawinengefahr dauert Wochen bis wenige Monate.

Ereignisse Keine Beispiele dokumentiert.

Lawine Ereignisklasse 4

Szenario Die gesamte Alpenregion, inkl. die Voralpen werden von grossen Schneemengen und Lawinenniedergängen wiederholt lahmgelegt und von der Umgebung abgeschnitten. Die Lawinenverbauungen halten vielerorts die Schneemassen nicht mehr zurück. Die unzähligen Lawinen reissen auch Schutzwälder nieder. Während Wochen und wenigen Monaten zerstören Lawinen immer wieder verschiedene Dörfer. Sehr viele Personen müssen evakuiert bzw. gerettet und an sichereren Orten untergebracht werden. Probleme bieten die vielen Touristen, die sich in den Alpenregionen befinden. Die Lawinen fordern viele Todesopfer und Verletzte. Dazu kommen Tausende von Tierkadavern und Viehevakuationen. Die gesamte Infrastruktur in diesen Regionen, aber auch die Transitverbindungen (Verkehr, Strom, ...) sind unterbrochen, wichtige Brücken zerstört. Die Lawinengefahr dauert Wochen bis wenige Monate.

Ereignisse Keine Beispiele dokumentiert

Lawine Ereignisklasse 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

6.4 Literatur Lawinen

Calonder G.P. Ursachen, Wahrscheinlichkeit und Intensität von Lawinenkatastrophen in den Schweizer Alpen. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität. Zürich, 1986.

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch. Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Jährliche Berichte (Band Nr. 54: Winter 1990/91 im Druck).

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Davos. Der Lawinenwinter 1999.WSL, Birmensdorf. 2000.

Föhn P. Lawinen - kurzfristige Gefahrenbeurteilung (Prognose). In Naturgefahren, Forum für Wissen, WSL, 1993.

Föhn P. Das Schweizerische Lawinenbulletin. Mitteilung des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Nr. 28, 1985.

Hutter K. Lawinen-Dynamik. In Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 13, 26. März 1992.

Wilhelm Ch., Schmithüsen F., Salm B. Untersuchungen zum Finanzierungsaufwand und den zu schützenden Objekten im Zusammenhang mit Lawinenverbauungsprojekten im Schweizerischen Alpengebiet. Arbeitsberichte allgemeine Reihe Nr. 92/2 des Departementes Wald- und Holzforschung. ETH Zürich, 1992.

Zollinger F. Bodenschutz durch Wildbachverbauung. Vorlesung, Wahlfach 7. Semester Abt. VIII für Kulturtechnik, ETH Zürich. Oktober 1990.

7 Kältewelle

7.1 Abgrenzung

Schäden infolge tiefen Temperaturen

Unter dem Begriff Kältewelle werden Zeitperioden verstanden, die wegen ihrer verhältnismässig tiefen Temperaturen Schaden anrichten. Werden diese von Niederschlägen (Schnee, Eisregen) oder starken Winden begleitet sind die Auswirkungen entsprechend verheerender. Wetterereignisse, die zu Lawinenwintern in Bergregionen führen, sind nicht Bestandteil des „Kältewellenrisikos". Solche Ereignisse werden bei der Risikoart „Lawinen" behandelt.

Kältewellen können nach ihrem jahreszeitlichen Erscheinen (Winter - Sommer) unterteilt werden:

Kältewellen im Winterhalbjahr

Im Winterhalbjahr sind Kältewellen vor allem durch heftige Schnee- oder Eisregenfälle bis in die Niederungen gekennzeichnet. In diesen Fällen ist in den Bergregionen gleichzeitig von einer erheblichen Lawinenaktivität auszugehen. Kältewellen entstehen aufgrund lokaler Wetterlagen und beschränken sich meist auf bestimmte Regionen. Die Ereignisdauer solcher winterlicher Kältewellen bleiben auf einzelne Wochen begrenzt.

Blizzard

Werden solche Perioden zusätzlich von starken Winden begleitet, handelt es sich um einen Wintersturm (Blizzard)[20].

Kältewellen im Sommerhalbjahr

Auch im Sommerhalbjahr können Kältewellen auftreten. In diesem Fall sind Kältewellen meist nicht regional beschränkt, sondern herrschen über weite Teile oder gar über den gesamten Globus. Grosse Vulkanausbrüche, wie der Ausbruch des Pinatubo von 1991 (-0,5°C) oder der Ausbruch des Tambora, der die Kältewelle von 1816 auslöste (- einige Grade), können solche meist globalen Erscheinungen verursachen[21]. Dazu muss Asche über die Troposphäre (bis 12 km Höhe) hinaus in die Stratosphäre geschleudert werden, womit diese sich über den gesamten Globus verteilt und das Sonnenlicht stark reduzieren kann. Unter extremen Bedingungen könnte auf diese Weise sogar eine weltweite Eiszeit eingeleitet werden.

20) Verheerende Winterstürme (Blizzards) in der Schweiz sind keine dokumentiert.

21) Man könnte diese Ereignisse auch unter der Risikoart Vulkane aufführen. Der Einfachheit halber und wegen der unmittelbaren Auswirkungen auf die Schweiz werden diese jedoch unter dem Risiko der Kältewelle behandelt.

7.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Kältewellen im Winterhalbjahr

Kältewellen im Winterhalbjahr können in einem sehr breiten Ausmassspektrum angelegt werden. Denkbare Schadenbilder reichen von einzelnen Verkehrsbehinderungen infolge Schnee- oder Eisbildung bis zu grossräumigen Zusammenbrüchen der Infrastruktur (unpassierbare Verkehrswege, blockierte Verkehrsteilnehmer, Versorgungsschwierigkeiten in der Wasser-, Energie- und Kommunikationsversorgung usw.). Ernsthafte Probleme ergeben sich dann, wenn es zu einem Versorgungsengpass von Lebensmitteln, Energie oder Rohstoffen kommt[22].

Kältewellen im Sommerhalbjahr

Kältewellen im Sommerhalbjahr wirken sich insbesondere auf die Vegetation aus.

Länger andauernde Kältewellen

Kältewellen, die aufgrund ihrer verhältnismässig tiefen Temperaturen Schäden hervorrufen, sind dagegen auch mit einer Dauer von einigen Jahren denkbar. Vulkanausbrüche oder auch andere auslösende Faktoren können das Weltklima nachhaltig beeinflussen. Das Schadenbild solcher Ereignisse reicht bis zu einem weltweiten Ernteausfall. In der Schweiz sind zusätzlich enorme Ausbreitungen der Gletscher denkbar, die an einzelnen Orten auch Siedlungsgebiet gefährden können.

7.3 Typische Kältewellenereignisse pro Ereignisklasse

Kältewelle Ereignisklasse 1

Szenario

Eine Kältewelle in den Frühling/Sommermonaten verursacht Einkommensverluste in der Landwirtschaft von 10 bis 100 Mio. CHF Das heisst, rund 0.1 - 0.5 % der landwirtschaftlichen Ernteerträge und somit rund 0.1 % der landwirtschaftlichen Flächen sind betroffen. Solche Ereignisse können im Frühling infolge tiefer Temperaturen oder nasskalter Witterung und im Sommer infolge kalter, regnerischer Witterung Ernteausfälle bewirken.

Ereignisse

1983 Mai. Schweiz. Nasskalter, regnerischer Mai verursacht grosse Ernteausfälle.

1982 Sommer. Schweiz. Kalter, regnerischer Sommer verursacht Ernteschäden an Getreide von gegen 70 Mio. CHF

22) Auswirkungen in Form von Lawinen werden unter der Risikoart „Lawinen" behandelt.

Kältewelle Ereignisklasse 2

Szenario

Eine winterliche Kältewelle mit abnormal tiefen Temperaturen und umfangreichen Schneefällen verursacht in Teilen der Schweiz ein Verkehrschaos. Die Strassendienste sind ununterbrochen im Einsatz. Einzelne Dörfer werden von der Umwelt abgeschnitten. Einzelne Todesopfer sind zu erwarten. Vereinzelt sind Feuersbrünste und Wasserschäden (wegen geborstenen Leitungen) zu erwarten. In den Frühlingsmonaten kann die Kältewelle grosse Ernteverluste verursachen.

Ereignisse

1994 Januar. Tessin, Wallis. Infolge von Schneefällen wurden etliche Dörfer von der Umwelt abgeschnitten. Verschiedene Verkehrsverbindungen mussten gesperrt werden. 1 Todesopfer und 4 Verletzte.

1993 März. Nordspanien. Heftige Schneefälle schneiden rund 100 Dörfer mit mehr als 7000 Einwohnern von der Aussenwelt ab. Zahlreiche Verkehrsverbindungen wurden gesperrt.

1985 Januar. Schweiz und Europa. Über 2 Wochen dauernde „Eiszeit" mit grosser Kälte und viel Schnee. 2 Todesopfer, zahlreiche Feuersbrünste und Wasserschäden (wegen geborstenen Leitungen) von insgesamt 50 Mio. CHF (Preis 1993: 70 Mio. CHF), 130 Wasserversorgungen von 182 (>50%) verzeichneten insgesamt 928 Leitungsbrüche [KAMM 1985].

Kältewelle Ereignisklasse 3

Szenario

Heftige Schneefälle bei tiefen Temperaturen und stürmischen Winden sorgen während Tagen für katastrophale Verhältnisse. Die Stromversorgung bricht im betroffenen Gebiet zusammen, weil die Freileitungen reissen (Eismantel um Kabel). Die Verkehrswege (Strasse, Bahn, Flughafen) sind unpassierbar; zahlreiche Verkehrsteilnehmer bleiben stecken und müssen geborgen werden (= Evakuierte). Einige müssen wegen Unterkühlung behandelt werden (= Verletzte), einige Menschen erfrieren. Tausende sind von der Aussenwelt abgeschnitten. Vereinzelt sind Brände zu erwarten, z.B. wegen vermehrten eigenen Heizanstrengungen (Cheminées usw.). Dabei ist teilweise von gefrorenen Wasserleitungen auszugehen. Gefrorene Wasserleitungen bersten und richten auch dadurch grosse Sachschäden an. Die Ver- und Entsorgung (Wasser, Abwasser, Nahrung, Wärme, Abfall) bricht während Tagen zusammen. Fällt die Kältewelle in die Frühlingsmonate, müssen grosse Ernteverluste erwartet werden.

Ereignisse

1993 Februar. Österreich. Pausenlose Schneefälle lassen den Osten Österreichs unter einer meterhohen Schneedecke versinken. Viele Verkehrsunfälle und viele Menschen mussten aus eingeschneiten Autos befreit werden. Verschiedene Massenkarambolagen.

Kältewelle Ereignisklasse 4

Szenario

Heftige Schneefälle bei tiefen Temperaturen und stürmischen Winden sorgen während mehreren Tagen für katastrophale Verhältnisse. Die Stromversorgung bricht grossräumig zusammen, weil die Freileitungen reissen (Eismantel um Kabel). Alle Verkehrswege (Strasse, Bahn, Flughafen) sind unpassierbar; zahlreiche Verkehrsteilnehmer bleiben stecken und müssen geborgen werden (= Evakuierte). Einige müssen wegen Unterkühlung behandelt werden (= Verletzte), einige Menschen und viele Tiere erfrieren. Hunderttausende sind von der Aussenwelt abgeschnitten. Es sind Schneeverwehungen bis zu 5 Metern zu erwarten. Einige Tage lang sind grosse Teile der Schweiz vollständig lahmgelegt. Es sind Brände zu erwarten, z.B. wegen vermehrten eigenen Heizanstrengungen (Cheminées usw.). Dabei ist grundsätzlich von gefrorenen Wasserleitungen auszugehen. Gefrorene Wasserleitungen bersten und richten auch dadurch grosse Sachschäden an. Die Ver- und Entsorgung (Wasser, Abwasser, Nahrung, Wärme, Abfall) bricht während Tagen zusammen. Fällt die Kältewelle in die Frühlingsmonate, müssen grosse Ernteverluste erwartet

Ereignisse

1998 Januar. Kanada und USA. Grosse Teile Kanadas sowie den USA (Maine, New Hampshire, Vermont) von mehreren Zentimetern dikker Eisschicht überzogen. Strom und Heizungen fielen für drei Millionen Menschen aus, weil Stromleitungen unter der Last zusammenbrachen. 20 Todesopfer wegen Verkehrsunfällen, Kaminbränden, Erfrierungen.

1993 März. USA. 220 Todesopfer, Schaden wird auf rund 1 Mrd. US $ geschätzt.

1979 Jan. BRD, Schleswig-Holstein. 66 von 1'200 betroffenen Ortschaften ohne Strom wegen Kabelrissen, 5'000 Personen aus Eisenbahnwagen und Kraftfahrzeugen geborgen, 17 Menschen sterben, totales Fahrverbot; Panzer, Helikopter und 25'000 Helfer im Einsatz.

Kältewelle Ereignisklasse 5

Szenario

Nach tagelangen Schneefällen sorgen orkanartige Winde mit wiederholt starken Schneefällen während mehreren Tagen bis Wochen für katastrophale Verhältnisse in der gesamten Schweiz und weiten Teilen Europas. Die Stromversorgung bricht praktisch gesamtschweizerisch (und auch in weiten Teilen Europas) zusammen, weil die Freileitungen reissen (Eismantel um Kabel). Alle Verkehrswege (Strasse, Bahn, Flughafen) sind unpassierbar; zahlreiche Verkehrsteilnehmer sind stecken geblieben und müssen geborgen werden (= Evakuierte). Viele müssen wegen Unterkühlung behandelt werden (= Verletzte), einige Menschen und viele Tiere erfrieren. Es sind Schneeverwehungen bis zu 10 Metern zu erwarten. Tage lang sind grosse Teile der Schweiz vollständig lahmgelegt. Es sind Brände zu erwarten, z.B.

wegen vermehrten eigenen Heizanstrengungen (Cheminées usw.). Dabei ist grundsätzlich von gefrorenen Wasserleitungen auszugehen. Gefrorene Wasserleitungen bersten und richten auch dadurch grosse Sachschäden an. Die Wasserversorgungen erleiden nachhaltige Schäden. Die Ver- und Entsorgung (Wasser, Abwasser, Nahrung, Wärme, Abfall) bricht während Tagen zusammen. Fällt die Kältewelle in die Frühlingsmonate, müssen grosse Ernteverluste erwartet werden (Totalausfall).

Ereignisse

1998 Januar. Kanada und USA. Grosse Teile Kanadas sowie den USA (Maine, New Hampshire, Vermont) von mehreren Zentimetern dikker Eisschicht überzogen. Strom und Heizungen fielen für drei Millionen Menschen aus, weil Stromleitungen unter der Last zusammenbrachen. 20 Todesopfer wegen Verkehrsunfällen, Kaminbränden, Erfrierungen.

1993 März. USA. 220 Todesopfer, Schaden wird auf rund 1 Mrd. US $ geschätzt.

7.4 Literatur Kältewelle

Geipel, R. Naturrisiken - Katastrophenbewältigung im sozialen Umfeld. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1992.

Gensler G., Schüepp M. Witterungsänderungen in der Schweiz im 19. und 20. Jahrhundert, Ursachen und Folgen, in Schweiz. Zeitschrift für Geographie und Völkerkunde: Geographica Helvetica 1986, Nr. 1.

Kamm, U. Auswirkungen extremer klimatischer Verhältnisse auf die Wasserversorgung. in Gas-Wasser-Abwasser, 65. Jahrgang, 1985 Nr. 9.

Münchener Rückversicherungsgesellschaft. Sturm - neue Schadendimension einer Naturgefahr, Münchener Rück, 1990.

Pfister, Ch. Zehnjährige Mittel von Temperatur und Niederschlag in den Jahreszeiten, Blatt 14.4 in: Kirchhofer, W.: Klimaatlas der Schweiz, 2. Lieferung, Verlag des Bundesamtes für Landestopographie, Bern, 1984.

Reader's Digest - Das Beste. Katastrophen, die die Welt erschütterten. Verlag das Beste GmbH, Stuttgart 1991.

Röthlisberger, G. Unwetterschäden in der Schweiz. Jährliche Berichte in „Wasser, Energie, Luft“, 1983 – 93.

8 Trockenheit/Hitze

8.1 Abgrenzung

Kein präziser Ereigniszeitpunkt

Der Begriff der „Trockenheit" lässt sich nicht an einem präzis bestimmbaren Ereigniszeitpunkt fixieren. Trockenheit hängt weniger mit einer unterschrittenen Niederschlagsmenge während eines bestimmten Zeitraumes zusammen als mit dem Ausbleiben des Regens in der „üblichen" Menge und am gewohnten Ort. Der Begriff der Trockenheit wird deshalb im folgenden als relative Grösse verstanden, als ungewöhnliche Abweichung des Klimas vom normalen, feuchteren Zustand [GEIPEL 1992, SCHORER 1992].

Meist kombiniert mit erhöhter Sonnenscheindauer und Lufttemperatur

Meistens treten Trockenzeiten kombiniert mit erhöhter Sonnenscheindauer und erhöhten Lufttemperaturen auf. Aus diesem Grund werden Hitzeperioden parallel zu Trockenzeiten behandelt, obwohl die direkten Wirkungen auf den Menschen verschieden sein können.

8.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Verschiedene Auswirkungen

Trockenereignisse haben in Abhängigkeit der Zeit und des Raumes sehr verschiedene Auswirkungen. Vor allem lässt sich Trockenheit nie getrennt von der Wassernutzung analysieren. Eine verbreitete Klassifikation von Trockenheiten orientiert sich denn auch - neben dem aufgetretenen Wassermangel - auf die Schadenwirkungen bei ausgewählten Nutzungen.

Folgende vier Arten von Trockenheit können unterschieden werden [SMITH 1992; SCHORER 1992]:

Atmosphärische Trockenheit

Sie zeichnet sich durch das Fehlen von Niederschlägen und eine geringe Luftfeuchtigkeit aus. Ihre Wirkungen sind bescheiden, es sei denn, sie trete in Verbindung mit hohen Temperaturen auf (Hitzetod, erhöhte Evapotranspiration der Pflanzen). Die Dauer einer solchen Trokenperiode kann zwischen 4 und 14 Tagen betragen [SCHORER 1992, S. 25].

Bodentrockenheit

Sie ist die klassische Bedrohung der Landwirtschaft und entfaltet ihre Wirkung vor allem im Frühling und im Sommer. Im Winter tritt sie in unseren Breiten praktisch nicht auf. Dürreerscheinungen beruhen fast ausschliess

lich auf dem Wassermangel im Boden[23]. Nach dem Kriterium der physiologischen Wirkung dauert eine solche Trockenperiode je nach Bodenart und Region 15 - 60 Tage, wobei in dieser Zeit kein Tag mit mehr als 5 mm Niederschlag auftritt. Besonders schwere Auswirkungen zeigen Trockenperioden während der Vegetationszeit (Frühling - Sommer).

Trockenheit der Wasserläufe

Sie ist für die niedrigen Wasserstände in Fliessgewässern verantwortlich. Diese Art von Trockenheit hat

- Probleme bei der Wasserqualität zur Folge (reduzierte Verdünnung von Schadstoffen),
- bedroht Flora und Fauna der Gewässer,
- erschwert die Wasserentnahmen und
- schmälert die Produktion von Wasserkraftwerken.

Solche Auswirkungen zeigen sich vor allem, wenn der sommerlichen Trokkenheit bereits ein trockener Winter vorausging. Abflussdefizite entstehen nicht nur infolge von Niederschlagsdefiziten, sondern auch durch geringere Schmelzwasser [SCHORER 1992, S. 156].

Unterirdische Trockenheit

Sie manifestiert sich in abgesenkten Grundwasserspiegeln und versiegenden Quellen. Hauptbetroffene sind die Wasserversorgungen. Bei Sommertrockenheiten kann die Deckung des steigenden Bedarfs an einwandfreiem Trinkwasser (Kühlsysteme, Hygiene, Nahrungsmittelproduktion, Bewässerung) zu Problemen führen. Wichtig für die Wasserversorgung ist allerdings die Frage, ob nach einem trockenen Jahr ein feuchtes oder wiederum ein trockenes folgt, bzw. die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge. In der Schweiz erfolgt die Grundwasserneubildung vor allem während des Winterhalbjahres, wenn das Schmelzwasser in den Boden eindringt [SCHORER 1992, S. 34].

Waldbrandgefahr durch Trockenheit

Die Erhöhung der Waldbrandgefahr durch Trockenperioden wird hier nicht weiter verfolgt, da eine eigene Risikoart „Waldbrand" untersucht wird.

Trockenheit in der Schweiz dem „Wasserschloss Europas"

Die Schweiz verfügt als sogenanntes „Wasserschloss Europas" über ein bedeutendes natürliches Reservepotential, das die Schadenauswirkungen von Trockenperioden mildert. Schnee- und Eisreserven sorgen für zusätzlich verfügbares Wasser, und die reiche topographische Gliederung bringt es mit sich, dass schwere Trockenheiten nie landesweit auftreten [SCHORER 1992]. Auch wenn trockenheitsinduzierte Auswirkungen auf Landesebene keine existentielle Bedrohung auslösen, so können sommerliche Trocken

23) Kies- und Sandböden sind am stärksten gefährdet, gefolgt von schweren Ackerböden (Ton, Löss, Lehm). Am unempfindlichsten zeigen sich mittlere Böden (lehmige Sande). Regionen mit häufigen Trockenperioden (Sion) haben sich beispielsweise durch Bewässerungssysteme einer gewissen Anpassung unterzogen und sind daher resistenter gegen Trockenperioden [SCHORER 1992, S. 24 f].

heiten in Einzelfällen dennoch schwere Störungen des Wirtschaftslebens verursachen [SCHORER 1992, S. 175].

Sozio-ökonomisches System

Das sozio-ökonomische System „Schweiz" verfügt zusätzlich über Ausgleichsmechanismen, welche die Auswirkungen einer Trockenheit stark mindern. Einzelne Wasserversorgungen sind in Verbundnetzen zusammengeschlossen, die Elektrizitätswirtschaft hat einigen Spielraum mit ihren Stauseen und die Wirtschaft kann mit funktionierenden Lager- und Transportsystemen für regionale, nationale oder gar internationale Ausgleichsprozesse sorgen.

8.3 Typische Trockenheit-/Hitzeereignisse pro Ereignisklasse

Trockenheit/Hitze Ereignisklasse 1

Szenario

Lokale Niederschlagsdefizite, die sich innerhalb einer Woche zu einer lokalen Trockenheit ausdehnen. Während eines Monats muss die Landwirtschaft ausserordentliche Bewässerungen vornehmen. Je nach Kapazität der Wasserversorgung müssen Aufrufe an die Bevölkerung zum sparsamen Umgang mit Trinkwasser herausgegeben werden (Autoreinigung usw.).

Ereignisse

1996 Trockenheit im Tessin. In einzelnen Gemeinden (z.B. Claro) werden Bewässerungen und Verbrauch von Wasser über den täglich notwendigen Trinkwasserbedarf hinaus untersagt.

Trockenheit/Hitze Ereignisklasse 2

Szenario

Eine Region wird von einer Trockenperiode heimgesucht, die 15 bis 60 Tage dauert. Die Landwirtschaft benötigt auf ca. 1 bis 5% der Gesamtfläche zusätzliche Bewässerungen (für Trockenheit im Frühling/Sommer/Herbst). Die Waldbrandgefahr ist kritisch, und es müssen verschiedene Waldbrände erwartet werden (auch im Winter). Die hohen Temperaturen bei Sommertrockenheit machen besonders älteren Leuten zu schaffen. Einige Personen sterben infolge der Hitze (Kreislauf, Herzinfarkt, Hitzschlag, usw.). Je nach Auslegung der Wasserversorgungen (z.B. kein Verbundnetz) sind Engpässe zu erwarten. Wassereinschränkungen sind denkbar.

Ereignisse

1997 Trockenperiode vom Jan. 97 bis April/Mai 97 in der Südschweiz. Die Landwirtschaft erleidet beträchtliche Einbussen, wo keine Bewässerungseinrichtungen bestehen. Hohe Waldbrandgefahr. Rund ein Dutzend Waldbrände müssen gelöscht werden.

1991 Trockenperiode im Winter im Tessin während 60 Tagen (Dez. 92 bis Jan./ Feb. 93) . Hohe Waldbrandgefahr.

1983 Trockenperiode in der Schweiz im Sommer. Verschiedene Wasserversorgungen verordnen Nutzungseinschränkungen.

Trockenheit/Hitze Ereignisklasse 3

Szenario

In der Schweiz fällt während eines Jahres relativ wenig Niederschlag. Sowohl das Winter- als auch das Sommerhalbjahr sind unterdurchschnittlich. Die landwirtschaftlichen Ernteverluste belaufen sich gesamtschweizerisch auf 5 bis 10% einer durchschnittlichen Ernte. Einzelne Regionen sind allerdings schwerer betroffen (Konzentration der Ausfälle auf einzelne Regionen). Viehumlagerungen in begünstigte Regionen werden verfügt. In den betroffenen Regionen wird das Trinkwasser rationiert (Einschränkungen der Wassernutzung). Die Wasserversorgungen in diesen Regionen haben teilweise Mühe die Wasserqualität zu gewährleisten. Es werden verschiedene Notstandsmassnahmen für die Wasserversorgung ergriffen (bis hin zu baulichen Massnahmen, wie Grundwassererschliessungen). Kleinere bis mittlere Fliessgewässer trocknen aus. Hohe Temperaturen lassen im Sommer die Sterberate merklich anschwellen. Zwischen 10 und 100 vorwiegend ältere Personen erleiden tödliche Hitzeanfälle (Herzinfarkte, Kreislaufzusammenbruch usw.). Infolge der Hitze können sich auch Strassenbeläge verändern. Die Elektrizitätswirtschaft muss viel Energie importieren, weil die Produktionseinbussen infolge Wassermangels beträchtlich sind (5 - 10% eines durchschnittlichen Jahres).

Ereignisse

1997 Dürre in Frankreich führt zu Wasserrationierungen.

1992 Infolge Wassermangel und Hitze fällt in grossen Teilen Österreichs die Grünfutterernte aus (insgesamt 50% Ausfall). Futtermangel in ganz Österreich.

1976 Trockenheit in ganz Nordeuropa. In der Schweiz vor allem die Kantone VD, FR und BE betroffen. Die Landwirtschaft erleidet hohe Einbussen. Der Bundesrat spricht 85 Mio. CHF für die Unterstützung der Landwirtschaft. Der Zivilschutz leistet rund 12'000 Dienstage für die Landwirtschaft. In den Gewässern herrscht eine hohe Schadstoffkonzentration, so dass die Trinkwasserversorgung eingeschränkt werden muss. Die Elektrizitätswirtschaft erleidet Produktionseinbussen von 20%.

Trockenheit/Hitze Ereignisklasse 4

Szenario

Grossräumiges Trockenjahr und im Sommer grosse Hitze. In grossen Teilen der Schweiz und Europas herrscht während eines Jahres relatives trockenes Klima. Die Hitze in den Sommermonaten fordert viele Todesopfer infolge

Herzversagen oder Kreislaufkollaps vor allem unter älteren oder kranken Menschen. Infolge der extremen Hitze versagen einzelne Maschinen, einzelne Brände brechen aus, Strassenbeläge verziehen sich, viele Gebäude verwandeln sich in „Backöfen". Infolge der lang anhaltenden Trockenheit herrscht in weiten Teilen der Schweiz Wassermangel. Viele Bäche führen kein Wasser mehr (ca. 10% der Fliessgewässer). Die Grundwasserspiegel sinken an verschiedenen Orten auf einen kritischen Wert. Der Wasserbezug muss wegen der nationalen Wasserknappheit streng geregelt werden (Priorisierung von verschiedenen Nutzungsbedürfnissen), Wasserbezugsquellen müssen bewacht werden. Die landwirtschaftliche Produktion ist in stark betroffenen Gegenden zusammengebrochen (gesamtschweizerisch ca. 10-50%). Der Bundesrat verfügt Notstandsmassnahmen. Viele Nutztiere müssen notgeschlachtet werden. Auch die Elektrizitätswirtschaft ist infolge Wassermangel auf Importe angewiesen. Besonders kritisch ist auch die Waldbrandgefahr. Viele Waldbrände brechen aus.

Ereignisse

1980 Hitzewelle und Dürre in den USA. 1'265 Todesopfer infolge der Hitze. 20 Mrd. US Dollars Sachschäden. In Alaska verenden innerhalb einer Woche 8 Millionen Tiere. Stauseen trockneten aus, Maschinen versagten, Brände brechen aus, Strassenbeläge verziehen sich, Gebäude verwandeln sich in Backöfen, Elektrizitäts- und Wasserwerke sind hoffnungslos überlastet.

1947 Trockenheit und Hitze in West-, Mittel- und Nordeuropa. In der Schweiz Ernteausfall von gegen 1 Mrd. CHF (Stand 1993). Viele Notschlachtungen, verbunden mit Preisstürzen. Verbot für einige Wassernutzungen. Neue Trinkwasserquellen werden erschlossen, Verbundleitungen erstellt. Verbrauchseinschränkungen der Elektrizität infolge völliger Stausee-Entleerung.

Trockenheit/Hitze Ereignisklasse 5

Szenario

Grosse Trockenheit in ganz Europa, die sich über ein bis drei Jahre zu einer europaweiten Notlage verschärft hat und während den Sommermonaten von grosser Hitze begleitet wird. Die Hitze fordert viele Todesopfer infolge Herzversagen oder Kreislaufkollaps vor allem unter älteren oder kranken Menschen. Infolge der extremen Hitze versagen viele Maschinen, Brände brechen aus, Strassenbeläge verziehen sich, viele Gebäude verwandeln sich in „Backöfen". Infolge der lang anhaltenden Trockenheit führen auch grosse Fliessgewässer in der Schweiz kein Wasser mehr. Die Grundwasserspiegel sind über längere Zeit unter den für die Trinkwasserfassungen kritischen Wert gesunken. Der Wasserbezug muss wegen der nationalen Wasserknappheit streng geregelt werden (Priorisierung von verschiedenen Nutzungsbedürfnissen), Wasserbezugsquellen müssen beschützt werden. Die landwirtschaftliche Produktion ist in grossen Teilen von Europa zusammengebrochen. Der grosse Teil der Nutztiere muss notgeschlachtet werden. Auch die Elektrizitätswirtschaft ist infolge Wassermangel auf Importe an

gewiesen. Besonders kritisch ist auch die Waldbrandgefahr. Ausgedehnte Brände müssen bekämpft werden.

Ereignisse

1132 Grosse Trockenheit und Wassermangel. Alle Quellen versiegten, Bäche und Flüsse trockneten aus, der Rhein konnte trockenen Fusses überquert werden. Solche Trockenheiten sind im 11. und 12. Jahrhundert mehrmals aufgetreten (1135, 1150, 1152)

8.4 Literatur Trockenheit/Hitze

Geipel, R. Naturrisiken - Katastrophenbewältigung im sozialen Umfeld. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1992.

Kuhn, N. Frequenzen von Trockenperioden und ihre ökologische Bedeutung. Vierteljahresschrift der Nat. Forsch. Gesellschaft in Zürich, Vol. 118, Heft 3, 1973.

Parry, M.L.; Carter, T.R.; Konjin, M.T. Climatic Change. How Vulnerable is Agriculture? in: Environment, Vol. 27, No. 4-5, 1985.

Pfister, Ch. Variations in the Spring-Summer Climate of Central Europe from the High Middle Ages to 1850. Reprint from: Lecture Notes in Earth Sciences, Vol. 16, Berlin und Heidelberg: Springer 1988 (aus SCHORER 1992).

Schädler, B. Der Wasserhaushalt der Schweiz. Mitteilung der Landeshydrologie (BUWAL), Nr. 6, Bern 1985.

Schorer, M. Extreme Trockensommer in der Schweiz und ihre Folgen für Natur und Wirtschaft, Diss. Geographisches Institut der Uni Bern, 1992.

Schweizerisches Bauernsekretariat. Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, jährliche Hefte seit 1923, Schweizerischer Bauernverband, Brugg.

Smith, K. Environmental Hazards, Assessing risk and reducing disaster. London and New York, Routledge 1992.

9 Waldbrand

9.1 Abgrenzung

Betrachtet wurden ...

Unter Waldbränden versteht die vorliegende Studie alle Brände, die einzelne Bäume oder Gebüsche bis zu ganzen Waldflächen erfassen und zerstören. Brennende Weiden oder Brandschäden an weiteren unproduktiven Flächen werden nicht berücksichtigt, da die Schäden nicht mit denjenigen von Waldbrandschäden vergleichbar sind.

Waldbrandrisiko

Waldbrände sind stark an das Auftreten von Trockenheitsperioden geknüpft. SCHEURER et al. rechnen ab 10 Tagen Trockenheit mit einem erhöhten Waldbrandrisiko. Im weiteren nimmt das Brandrisiko mit zunehmender Windstärke zu. Weitere klimatische Einflussgrössen sind Luftfeuchtigkeit, Wasserbilanz und die Dauer der Schneedecke [SCHEURER et al. 1991].

Einfluss der Vegetation

Neben den klimatischen Verhältnissen stellt die Vegetation eine zweite massgebende Einflussgrösse dar. Besonders gefährdet sind Föhrenwälder, die trockene Standorte bevorzugen und wegen ihren ätherischen Ölen leicht entzündbar sind [SCHEURER et al. 1991]. Im Tessin gehören Kastanienniederwälder ebenfalls zu den meist gefährdeten Flächen [MARCOZZI 1991]. Leicht entzündbare Bodenvegetation oder leicht brennbares Bodenmaterial (Geäst, Nadelstreu) tragen zusätzlich zur Gefährdung bei. Stehendes oder liegendes Totholz (Stämme, Äste) ist im Vergleich dazu schwer entzündbar [SCHEURER et al. 1991].

Boden- und Kronenfeuer

Waldbrände lassen sich grob in Boden- und Kronenfeuer unterteilen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Bodenfeuer beträgt je nach Richtung und Stärke des Windes und je nach dem vorhandenen Brennstoff 1-2 km/h. Kronenfeuer breitet sich in der Regel schneller aus. Bei starkem Wind kann das Feuer bis zu 300 m „springen" [SCHEURER et al. 1991].

Ursachen

Verursacht werden Waldbrände meist durch Fahrlässigkeit, Brandstiftung oder Blitzschlag. Weitere Ursachen sind Arbeiter im Wald oder die Eisenbahn (glühende Bremsklötze).

9.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Brandfläche

Die Waldflächen in der Schweiz sind sehr klein gefächert. Zusammenhängende Waldflächen von über 10 km² (10 km²) sind nur an sehr wenigen Orten anzutreffen[24]. Trotzdem sind Ereignisse denkbar, wo verschiedene Waldbrände in einer Region zugleich stattfinden und so die Einsatzkräfte an verschiedenen Brandflächen fordern.

Intensität des Feuers

Neben der Fläche eines Waldbrandes ist vor allem die Intensität des Feuers ausschlaggebend für das Schadenausmass. Bei kalten Bodenfeuer (bis 200 °C) und Kronenfeuer verbrennt vorab die leicht brennbare Streu, und die Humusdecke kann sich teilweise erhalten. Bei intensiven Bodenbränden (liegendes Holz) und Temperaturen über 450 °C werden die Humusdecke als auch wichtige Nährstoffe (Stickstoff, Schwefel) zerstört, was die Wiederbesiedlung erschwert [SCHEURER et al. 1991].

Intervention

Regelmässige Waldbrände erneuern sukzessive die Waldfläche und schützen diese vor Überalterung. Bei einzelnen aussereuropäischen Föhrenarten stimuliert Feuer gar den Keimvorgang. Mit der „vorübergehenden" Zerstörung des Waldes werden allerdings wichtige Schutzfunktionen wie Erosionsschutz, Wasserspeicher oder Lawinenschutz betroffen. In besiedelten oder genutzten Gebieten ist daher eine Intervention erforderlich. Man ist bestrebt, den Brand möglichst schnell unter Kontrolle zu kriegen und die Waldfläche schnell wieder aufzuforsten. Im übrigen können ausser Kontrolle geratene Brände leicht Siedlungen, Verkehrswege oder Leitungen bedrohen.

9.3 Typische Waldbrandereignisse pro Ereignisklasse

Waldbrand Ereignisklasse 1

Szenario

Infolge Waldbränden werden um die 0.5 bis 10 km² Wald zerstört. Grosse Löschanstrengungen sind nötig (Feuerwehren, evtl. Zivilschutz/Armee, Helikoptereinsatz). Einzelne Feuerwehrmänner können bei den Arbeiten im Wald verletzt werden. Einige Verkehrsverbindungen müssen vorübergehend gesperrt werden. Womöglich müssen einzelne Siedlungsgebiete alarmiert und sogar evakuiert werden.

Ereignisse

1997 Rund 60 Waldbrände im Tessin vernichten während 4 Monaten rund 11 km² Wald, davon 2 km² Schutzwald. Rund 1000 Feuer

24) gemäss Stellungnahme der Eidg. Forstdirektion vom 10. März 1994

wehrleute, Militär und Zivilschutz im Einsatz. Bis zu 10 Helikopter der Armee und von Privatfirmen im Einsatz.

1997 Waldbrand in Misox vernichtet über 4 km² Nadel- und Laubwald in 7 Gemeinden. Darunter auch viel Schutzwald gegen Lawinen, Erosion, Steinschlag und Erdrutsche. Helikopter der Armee flogen 430 Stunden, während 50 Stunden mit Infrarotgeräten. Damit haben sich geplante Evakuationen erübrigt und das Siedlungsgebiet konnte praktisch vollständig vor dem Feuer bewahrt werden.

1988 Ein grosser Waldbrand vernichtet im Tessin über 1 km² Wald.

Waldbrand Ereignisklasse 2

Szenario Eine anhaltende trockene Periode, die keine weiteren Auswirkungen zeigt, führt zu einer hohen Waldbrandgefahr in einer grösseren Region. Während mehreren Monaten brennen in weiten Teilen einer gesamten Region unzählige Wälder. Insgesamt werden 10 bis 100 km² Wald zerstört. Die Löschanstrengungen durch Feuerwehren, Zivilschutz/Armee (Helikoptereinsatz) werden durch starke Winde teilweise behindert. Verschiedene Siedlungsgebiete müssen evakuiert werden. Einzelne Häusergruppen werden ein Raub der Flammen. Viele Verkehrsverbindungen müssen vorübergehend gesperrt werden. Einzelne Feuerwehrmänner können bei den Arbeiten verletzt werden (Rauch- und Brandverletzungen). Da das Feuer zum Teil unberechenbar ist, muss mit höchster Vorsicht gelöscht werden. Todesopfer unter den Löschmannschaften sind nicht auszuschliessen.

Ereignisse 1992 Es bestehen keine Beispiele aus der Schweiz. Ein vergleichbares Ereignis waren die ausgedehnten Waldbrände in Schlesien/Polen, wo mehr als 90 km² Wald verbrannten. Bei den Löscharbeiten kamen 2 Feuerwehrmänner um.

Waldbrand Ereignisklasse 3

Szenario Eine anhaltende trockene Periode, die keine weiteren Auswirkungen zeigt, führt zu einer hohen Waldbrandgefahr in mehreren Regionen. Während mehreren Monaten brennen in mehreren Regionen unzählige Wälder. Insgesamt werden 100 bis 500 km² Wald zerstört. Die Löschanstrengungen durch Feuerwehren, Zivilschutz/Armee (Helikoptereinsatz) werden durch starke Winde massiv behindert. Verschiedene Siedlungsgebiete müssen evakuiert werden. Ganze Häusergruppen werden ein Raub der Flammen. Viele Verkehrsverbindungen müssen vorübergehend gesperrt werden. Einzelne Feuerwehrmänner können bei den Arbeiten verletzt werden (Rauch- und Brandverletzungen). Da das Feuer zum Teil unberechenbar ist, muss mit höchster Vorsicht gelöscht werden. Todesopfer unter den Löschmannschaften sind nicht auszuschliessen. Die starke Rauchentwicklung beein

trächtigt zeitweise das öffentliche Leben (Flughäfen, Atmungsschwierigkeiten usw.).

Ereignisse 1998 Es bestehen keine Beispiele aus der Schweiz. Ein vergleichbares Ereignis waren die ausgedehnten Waldbrände in Kanada, wo mehr als 2'500 Personen evakuiert werden mussten. Eine Gaspipeline und verschiedene Ölquellen mussten aus Sicherheitsgründen geschlossen werden. Kräftige Winde trieben Rauchschwaden in dicht besiedeltes Gebiet (Calgary).

Waldbrand Ereignisklasse 4

Szenario Eine anhaltende trockene Periode, die keine weiteren Auswirkungen zeigt, führt zu einer hohen Waldbrandgefahr in der gesamten Schweiz. Während einzelnen Monaten wüten in verschiedenen Teilen der Schweiz unzählige Waldbrände (Ursachen sind Blitze, Brandstiftung u.a.m.). Insgesamt werden 500 bis 1500 km^2 Wald zerstört. Die Löschanstrengungen durch Feuerwehren, Zivilschutz/Armee (Helikoptereinsatz) werden durch starke Winde massiv behindert. Grosse Siedlungsgebiete müssen evakuiert werden. Ganze Häusergruppen und Industriestandorte werden ein Raub der Flammen. Das Löschwasser ist zum Teil kontaminiert und verseucht Gewässer (Grundwasser, Fliessgewässer oder Seen). Viele, auch wichtige Verkehrsverbindungen müssen vorübergehend gesperrt werden. Viele Löschmänner werden bei den Arbeiten verletzt (Rauch- und Brandverletzungen). Da das Feuer zum Teil unberechenbar ist, muss mit höchster Vorsicht gelöscht werden. Todesopfer unter den Löschmannschaften sind wahrscheinlich. Die starke Rauchentwicklung beeinträchtigt zeitweise das öffentliche Leben (Flughäfen,

Ereignisse 1993 Es bestehen keine Beispiele aus der Schweiz. Ein vergleichbares Ereignis waren für Australien die ausgedehnten Waldbrände um Sidney, wo mehr als 15'000 Personen evakuiert werden mussten. Rund 3000 km^2 Buschwald ist verbrannt.

Waldbrand Ereignisklasse 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

9.4 Literatur Waldbrand

BUWAL, Eidg. Forstdirektion. Waldbrandstatistik 1967 - 1991. Abt. Wald und Holz. Stand Juli 1992.

Corti G., Forstinspektor des VI. Kreises. Waldbrände im Tessin. In Schweizerische Feuerwehr Zeitung. August 1990.

Geipel R. Naturrisiken - Katastrophenbewältigung im sozialen Umfeld. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1992.

Marcozzi M. Influenza della meteorologia sull'indice di pericolo degli incendi boschivi nel Canton Ticino, Diplomarbeit an der ETH Zürich, Abt. VI für Forstwirtschaft, 20. Dez. 1991.

Sezione forestale cantonale (Bellinzona). Waldbrandstatistik 1889 - 1989 / 1953 - 1991

Scheurer Th., Gensler G., Kuratle J., Nievergelt B., Riess W., Robin K. Waldbrand im Schweizerischen Nationalpark - Ergebnisse der Klausurtagung vom 2./3. Juli 1991. Wissenschaftliche Nationalparkkommission, Nationalparkdirektion, Dezember 1991.

The United Nations. Stop Disasters. Zeitschrift der Internationalen Decade für Naturkatastrophen IDNDR, Nr. 11: "Wildfire Risk Management", Februar 1993.

10 Meteoriten

10.1 Abgrenzung

Meteor der auf Erdoberfläche auftrifft

Asteroiden und Kometen, die in die Erdatmosphäre eindringen, werden Meteore genannt. Kleine Meteore verglühen meist in der höheren Atmosphäre. Sie werden lediglich durch ihre Leuchtspuren am Himmel, sogenannte Sternschnuppen, wahrgenommen. Streng genommen, spricht man erst von einem Meteoriten, wenn der Meteor als Festkörper auf der Erdoberfläche auftrifft. Im allgemeinen Sprachgebrauch werden jedoch auch völlig verdampfende Meteore als Meteoriten bezeichnet.

Drei Kategorien

Meteoriten haben eine unregelmässige Form und sind häufig Konglomerate. Je nach Dichte und Zusammensetzung werden sie in drei Kategorien eingeteilt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Meteoritentypen [KNOTH 1993]

	Zusammensetzung	**Dichte [g/cm³]**
Eisenmeteoriten	Eisen, Nickel	7.5
Steinmeteoriten	Silikatmineralien	2.5
Kometen	Silikate, Flüchtige Stoffe	1.0

Meist Verdampfung in grosser Höhe

Die meisten Meteoriten aus dem Weltraum verdampfen in Höhen um 50 km über der Erde. Die Reibung zwischen der Oberfläche des Meteoriten und der Luft bewirkt ein Abbremsen und Erhitzen, was schliesslich zur Explosion des Himmelskörpers führt oder kleinere Körper völlig zum Verglühen bringt. Zurück bleiben feine Staubpartikel.

Benötigte Masse

Erst wenn ein Festkörper eine Masse von mindestens mehreren Kilogramm hat, kann er als Festkörper auf die Erde treffen[25]. Je nach Typ des Meteoriten hat die Masse von mehreren Kilogramm eine andere Grösse.

Kosmische Geschwindigkeit - Auftreffgeschwindigkeit

Meteoriten mit einer Masse bis zu mehreren hundert Kilogramm verlieren durch die Abbremsung in der Atmosphäre ihre kosmische Geschwindigkeit von 20 km/s oder mehr und stürzen schliesslich unter der Wirkung der Er

25) Die gefundenen Meteoriten weisen jedoch häufig eine kleinere Masse auf, da sie nur Bestandteile eines grösseren, explodierten Himmelskörpers sind.

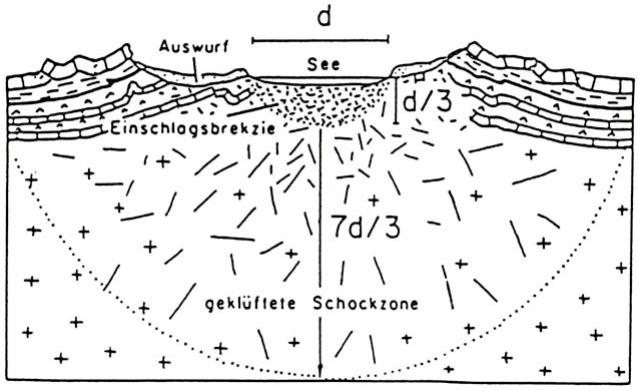
danziehung auf die Erde. Die Auftreffgeschwindigkeit nimmt daher mit wachsender Masse zu. Bei Massen ab etwa 10 Tonnen findet nur eine teilweise Abbremsung statt, so dass beim Aufschlagen auf die Erdoberfläche Geschwindigkeiten von 4 km/s möglich sind. Kometen weisen eine höhere Geschwindigkeit auf als Asteroide und können deshalb trotz ihrer kleiner Dichten als Kometenkerne auf der Erdoberfläche auftreffen.

10.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Einschlagbrekzie, Schockzone

Beim Aufprallen wird der Meteorit samt nahem Nebengestein flüssig oder verdampft. Der Aufprall und die Explosion reissen einen Krater auf, der durch zurückstürzende Trümmermassen - auch Einschlagbrekzie genannt - teilweise wieder gefüllt wird. Sehr viel weiter greift die Schockzone mit ausgeprägter Gesteinszertrümmerung (vgl. Figur 2-2) [SCHINDLER 1990].

Abbildung 4: Abhängigkeit zwischen Kraterdurchmesser d, Tiefgang der Einschlagbrekzie und Ausdehnung der Schockzone



Hitzeeinstrahlung und Druckwelle

Der Einschlag grosser Meteore auf der Erdoberfläche oder das Explodieren in der Erdatmosphäre ist vergleichbar mit Nuklearexplosionen. Kinetische Energie wird freigesetzt und bewirkt eine Hitzestrahlung, auf die eine Druckwelle folgt. Die Wirkung einer solchen Meteoritenexplosion wird in äquivalenten TNT Einheiten angegeben (Tabelle 4).

Tabelle 4: Äquivalentes explosives Potential in Megatonnen TNT für einen gegebenen Meteoriten [KNOTH 1993]

Durchmesser [m]	**Kometen-kerne** [Megatonnen TNT]	**Steinmeteo-rite** [Megatonnen TNT]	**Eisenmeteo-rite** [Megatonnen TNT]
5	0.001	0.003	0.008

Durchmesser [m]	**Kometen-kerne** [Megatonnen TNT]	**Steinmeteo-rite** [Megatonnen TNT]	**Eisenmeteo-rite** [Megatonnen TNT]
10	0.008	0.019	0.060
100	8	19	60
200	60	150	450
1'000	7'500	18'750	56'000
2'000	60'000	150'000	450'000
5'000	940'000	2'340'000	7'000'000
10'000	7'500'000	18'800'000	56'300'000

Schadenfläche

Die sich schnell ausbreitende Hitzewelle zerstört jedes Leben und entzündet alles Brennbare. Die Druckwelle bringt eine mechanische Zerstörung mit sich und kann sogar Erdbeben auslösen. Die Fläche des Schaden durch die Druck- und Hitzewelle auf der Erdoberfläche kann mit folgender Formel angenähert werden [CHAPMANN und MORRISON 1993]:

$A = 10^2 * E^{2/3}$

A: Fläche des Schaden in km^2
E: Explosives Potential des Meteoriten in Megatonnen TNT (Tabelle 4)

Flutwellen - Tsunamis

Fällt ein Meteorit in den Ozean, können Riesenflutwellen (Tsunamis) Küstengebiete stark gefährden.

Gefährdung/Betroffenheit der Menschheit

Beim Zusammenstoss eines Meteoriten mit einem Durchmesser von mindestens 1.5 km mit der Erde, könnte die ganze Menschheit betroffen sein. Die Staub- und Rauchbildung der Explosionen und die dadurch bedingten klimatischen Veränderungen in der Atmosphäre werden als weit gefährlicher beurteilt als die örtlich gravierenden Primärschäden durch Hitzestrahlung und Druckwelle. Zusammen mit dem Rauch aus den brennenden Flächen würde dies eine Abschirmung des Sonnenlichtes bewirken, monatelange Dunkelheit sowie Temperaturabfall brächten Klimaverschlechterungen mit sich, Hunger und Epidemien würden die Menschheit bedrohen [KÖNIG 1984].

10.3 Typische Meteoritenereignisse pro Ereignisklasse

Meteoriten Ereignisklasse 1

Ein kleiner Meteorit fällt auf ein Siedlungsgebiet: Ein Steinmeteorit mit rund 10 kg Masse trifft ein Siedlungsgebiet. Häuser und Autos werden beschädigt, in einzelnen Fällen Menschen verletzt.

Ereignisse

1984 (Fund) in Twannberg (BE), Gesamtgewicht 15,91 kg, Schaden nicht bekannt.

1992 (Fall) Oktober. Peekskill, N.Y., USA. Gesamtgewicht nicht bekannt. Ein Auto schwer beschädigt.

1993 (Fall) 19. Januar. Kozinozici, Yugoslawien. Gesamtgewicht nicht bekannt. Ein Haus zerstört, 2 Todesopfer.

Meteoriten Ereignisklasse 2

Ein Eisenmeteorit von 50 m Durchmesser fällt in der Schweiz auf die Erde. Die beim Aufprall frei gewordene Energie breitet sich auf einer Fläche von rund 70 km^2 aus. Ein Teil der Bevölkerung und die Vegetation verbrennt durch die Hitzestrahlung. Die Druckwelle zerstört einen grossen Teil der Infrastruktur. Die Sachschäden sind erheblich.

Meteoriten Ereignisklasse 3 und 4

Keine Ereignisse bekannt.

Meteoriten Ereignisklasse 5

Explosion eines Meteoriten über der Erdoberfläche: Ein Steinmeteorit mit 250 m Durchmesser explodiert mit einer Wirkung von 150 MT TNT über der Schweiz. Es wird einen Krater von 5 km Durchmesser aufgerissen. Eine Fläche von 9'000 km^2, also knapp ein Viertel der Schweiz, wird durch die Hitzestrahlung und Druckwelle zerstört. Der Sachschaden ist enorm.

Ereignis

1908 Tunguska, Sibirien. Explosion eines Steinmeteoriten in 10 km Höhe über der Erdoberfläche. Meteoritendurchmesser 30 Meter. 1'200 km^2 sibirischer Taiga zerstört.

10.4 Literatur Meteoriten

Bühler R.W. Meteorite. Birkhäuser Verlag, Basel, 1988.

Chapman C.R, Morrison D. Hazard of Impacts on Earth by Asteroids and Comets, paper.

Fritzsche A.F. Wie sicher leben wir? TÜV Rheinland, 1986.

Knoth, A. Averting the ultimate threat. In the International Defence Review, 10/1993.

Koenig M.A. Dr. Geologische Katastrophen. Ott Verlag Thun, 1984.

Schindler C. Prof. Geologie. Vorlesungsskript, Abt. VIII für Kulturtechnik, ETH Zürich, Oktober 1990.

11 Strassenverkehrsunfall

11.1 Abgrenzung

Berücksichtigte Unfälle

Ein Strassenverkehrsunfall liegt vor, wenn auf öffentlichen Strassen und Plätzen Personen durch Fahrzeuge verletzt oder getötet – oder Sachschäden verursacht werden. Es werden Unfälle mit Personenwagen, Fahrräder, Motorräder, Kleinmotorräder, Fussgänger, Motorfahrräder und anderen (v.a. Sachentransportfahrzeuge wie Lieferwagen, Lastwagen, Sattelschlepper) unterschieden [bfu 2002]. Unfälle mit Freisetzung von gefährlichen Gütern im Strassenverkehr werden nicht hier, sondern bei „Chemie-Störfall" aufgeführt.

Wichtige Parameter

Das Unfallgeschehen im Strassenverkehr hat in der Schweiz folgende Rahmenbedingungen:

- Das schweizerische Strassennetz hat heute eine Länge von rund 71'000 km, davon rund 1'700 km Nationalstrasse (2001).
- In der Schweiz werden rund 3'630'000 Personenwagen gefahren (2001)

11.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Personen- und Sachschäden

Strassenverkehrsunfälle können Personen- und Sachschäden hervorrufen. Die Personenschäden können in Form von Todesopfern und Verletzten auftreten.

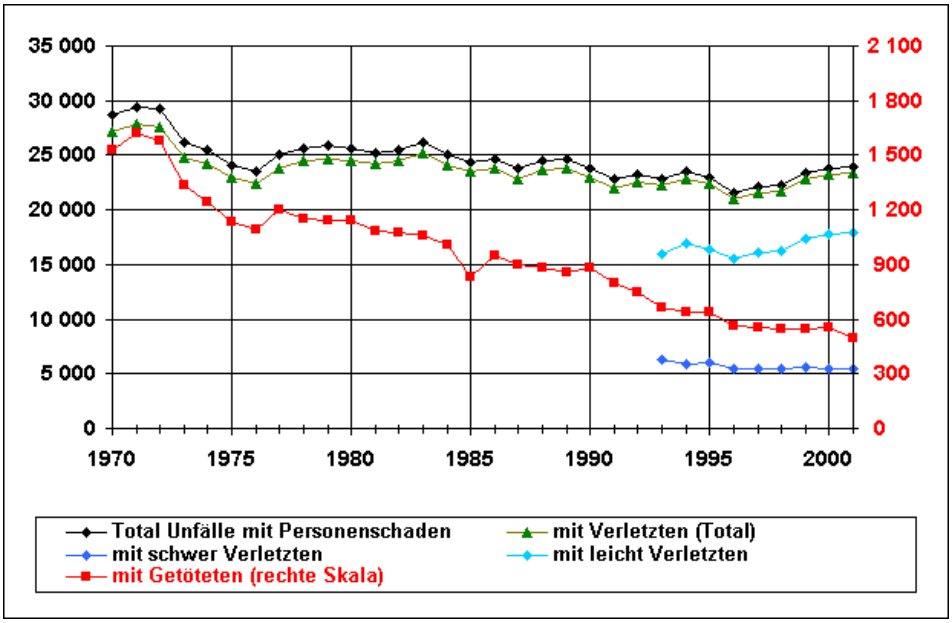
grosse Schadenpotential

Die Höhe des Schadenausmasses hängt von der Anzahl involvierter Personen ab. Sehr viele Personen können bei einem Unfall mit einem Car, bei Massenkarambolagen auf Nationalstrassen oder bei einem Brand in einem langen Tunnel gefährdet sein.

abnehmende Zahl der Personenschäden in der Schweiz

In den 90er Jahren hat sich bei gleichzeitiger Zunahme des Fahrzeugbestandes, der Fahrleistung und der Bevölkerung die Gesamtzahl der Strassenverkehrsunfälle zwar leicht erhöht – die Zahl der Verletzten, insbesondere schwerverletzten und getöteten Personen, hat aber markant abgenommen.

Abbildung 5:
Strassenverkehrsunfälle in der Schweiz nach Unfallfolgen
[Quelle: Statistik Schweiz, 2002]



Tendenz

Die Prognosen für die zukünftige Entwicklung weisen darauf hin, dass sowohl infolge des Bevölkerungswachstums als auch durch die Überalterung, die Unfallzahlen in Zukunft tendenziell wieder ansteigen werden, wenn die Anstrengungen zur Unfallverhütung auf heutigem Niveau stagnieren.

Wichtige Parameter

Das Unfallgeschehen im Strassenverkehr wird von einer sehr grossen Zahl von Einflussgrössen in den Bereichen Mensch, Fahrzeug, Technik und Umwelt bestimmt. Einige wichtige Punkte sind unten kurz beschrieben.

Infrastruktur

Im Bereich der Verkehrsraumgestaltung hat sich viel getan in den letzten Jahren: Kreuzungen wurden entschärft (Kreisel oder Brücken), separierte Bus-, und Fahrradspuren gebaut, Einfahrten in Siedlungsgebiete wurden speziell gestaltet (um auch optisch eine Geschwindigkeitsreduktion zu erwirken) und die Anzahl Fussgängerstreifen wurde erhöht – um nur einige zu nennen.

Fahrzeugtechnik

Die Fahrzeugtechnik wurde laufend verbessert – sowohl die aktiven wie passiven Sicherheitsmassnahmen. Aktive Massnahmen verbessern das sichere Handhaben des Fahrzeuges (z.B. Qualität der Bremsen, Abstandwarner). Passive Massnahmen verbessern die Sicherheit bei gefährlichen Situationen (z.B. Sicherheitsgurten, Knautschzonen).

Rechtliche Regelungen

Im Bereich der gesetzlichen Einschränkungen zur Verhinderung von Strassenverkehrsunfällen sind die Massnahmen zur Geschwindigkeitsbeschränkungen (die zum Teil in den Achtzigerjahren auch aus Umweltschutzgründen erlassen worden sind), die Gurtentragpfliche für Personenwagen und die Helmtragpflicht für Motor– und Motorfahrräder, aber auch die Limitierung des Blutalkoholgehalts zu nennen. Rund 1/6 der Todesopfer im Strassenverkehr sind auf Alkohlmissbrauch zurückzuführen.

11.3 Typische Strassenverkehrsunfälle pro Ereignisklasse

Strassenverkehrsunfälle Ereignisklasse 1

Szenario Kollision von zwei Personenwagen mit 3 bis 5 verletzten Personen.

Strassenverkehrsunfälle Ereignisklasse 2

Kaum denkbar. Evt. in langen Tunneln bei Unfällen mit Brand oder Freisetzung gefährlicher Güter.

Strassenverkehrsunfälle Ereignisklasse 3 - 5

Keine Ereignisse denkbar.

11.4 Literatur Strassenverkehrsunfälle

Bfu. Unfallgeschehen in der Schweiz, Statistik 2002, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu, bpa, upi), Bern 2002.

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE). Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz 1998. Bern, 2002

Statistisches Jahrbuch der Schweiz, 2002

12 Flugunfall

12.1 Abgrenzung

Abstürze und Kollisionen

Unter der Risikoart „Flugunfälle" werden im folgenden Abstürze und Kollisionen von Flugzeugen aller Art mit Auswirkungen auf Insassen und betroffene Bevölkerung am Boden berücksichtigt.

Nicht betrachtet werden...

Nicht betrachtet werden Abstürze auf KKWs und Chemiebetriebe sowie die Freisetzungen gefährlicher Stoffe infolge von Transport gefährlicher Güter auf dem Luftweg. Diese Ereignisse sind in den Fallbeispielen „KKW-Störfall" und „Chemie Störfall" berücksichtigt. Ebenfalls nicht betrachtet werden Unfälle aus dem Bereich der Raumfahrt (Trägerraketen, Satellitenabstürze) sowie Unfälle mit Hängegleitern und Fallschirmen.

12.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Direkte Schäden und Sekundärschäden

Flugunfälle können direkte Personen- und Sachschäden sowie auch Sekundärschäden bei Wasserfassungen, wie beispielsweise Trinkwasserverunreinigung durch Kerosen, hervorrufen. Eine Schädigung der Umwelt durch einen Flugzeugunfall ist ohne den Einbezug von transportierten gefährlichen Stoffen durch die Verschmutzung von Trinkwasserträgern durch Flugpetrol denkbar. Bei einem Flugzeugabsturz auf besiedeltes Gebiet ist mit der Evakuation von Anwohnern und Obdachlosen zu rechnen. Die Personenschäden können in Form von Todesopfern, Invaliden, Verletzten und gesundheitlichen Beeinträchtigungen auftreten.

Ausmass ist abhängig von ...

Das Ausmass eines Flugunfalles ist primär von der

- Anzahl und Grösse betroffener Flugzeuge und deren Personenbesetzung,
- sowie der Anzahl Personen und der Dichte der Infrastruktur im Aufprallbereich abhängig.

12.3 Typische Flugunfälle pro Ereignisklasse

Flugunfall: Zivil (Z) und Militär (M) Ereignisklasse 1

Szenario

Z: Ein Absturz eines zivilen Passagierflugzeuges fordert mehrere Todesopfer und Verletzte. Das Flugzeug stürzt auf ein oder mehrere Gebäude ab, und ein Brand kann entstehen.

M: Ein Absturz eines Militärflugzeuges auf besiedeltes Gebiet fordert einzelne Todesopfer und Verletzte. Das Flugzeug stürzt auf ein oder mehrere Gebäude ab und ein Brand kann entstehen.

Ereignisse

Z: 2001 24. Nov. Basserdorf (ZH). Ein RJ-100 Jumbolino der Crossair stürzt beim Landeanflug auf Zürich-Kloten in ein Waldgebiet. Von den 33 Insassen wurden 9 Insassen schwer verletzt geborgen (24 Todesopfer).

2000 10. Jan. Zürich. Die Saab SF340 (HB-AKK) der Crossair stürzte direkt nach dem Start in Zürich ab. Alle 10 Insassen kamen bei dem Absturz ums Leben.

1992 12. Jan. Sion (VS). Nach einem Flug Basel-Sion fliegt der Pilot nach Basel zurück. Wegen des schlechten Wetters ist eine Landung nicht möglich. Der Pilot fliegt erneut zurück nach Sion. Beim Landeanflug stellt der Motor mangels Treibstoff ab und stürzt auf ein Haus. 5 verletzte Insassen, Totalschaden.

1990 14. Nov. Weiach (ZH). Douglas DC-9-32 der Alitalia prallt beim Landeanflug gegen Stadlerberg. 46 tote Insassen.

1970 21. Febr. Würenlingen (ZH). Explosion eines Sprengkörpers in einem Passagierflugzeug der Swissair. 47 tote Insassen, Totalschaden.

1963 4. Sept. Dürrenäsch (AG). Absturz einer Caravelle der Swissair kurz nach dem Start. Die während den Startvorbereitungen überhitzten Bremsen lösten Brand im Fahrwerk aus. 80 tote Insassen, Totalschaden.

M: 1990 6. Dez. Bologna (Italien). Militärflugzeug stürzt auf Schule. 12 Tote, 70 Verletzte.

1981 21. Mai. Zweisimmen (BE). Kollision eines Tiger- und eines Miragekampfflugzeuges während einer Luftkampfübung über unbewohntem Gebiet. Die nicht mehr steuerbare Mirage stürzte 10 km entfernt in ein Wohnhaus mitten in Zweisimmen. 1 Toter und 2 verletzte Bewohner, 2 verletzte Piloten, Totalschaden (Haus und Flugzeuge).

Flugunfall: Zivil (Z) und Militär (M) Ereignisklasse 2

Szenario

Z: Ein Absturz eines Passagierflugzeuges in besiedeltes Gebiet fordert viele Todesopfer und Verletzte (auch unbeteiligte Personen). Auslaufendes Kerosin kann sich entzünden oder Boden- und Grundwasserverschmutzungen verursachen. Zudem kann in der Kanalisation ein explosives Gemisch entstehen. Als Vergleichsereignis für einen Absturz ins besiedelte Gebiet kann der Flugzeugabsturz in Amsterdam von 1992 herangezogen werden.

M: Ein Absturz eines Militärflugzeuges auf besiedeltes Gebiet fordert eine grosse Anzahl Todesopfer und Verletzte. Das Flugzeug stürzt auf ein oder mehrere Gebäude ab, in denen sich viele Personen befinden. Ein Brand entzündet sich und fordert viele Verbrennungen. Das Kerosin kann sich in der Kanalisation zu einem explosiven Gemisch verbinden.

Ereignisse Zivil

1991 4. Okt. Amsterdam (NL). Absturz eines Frachtflugzeuges Boeing 747F der israelischen Fluggesellschaft El Al auf einen ausgedehnten Hochhaus-Wohnkomplex infolge Ausfall von 2 Triebwerken und stürmischen Winden. Ca. 100 Todesopfer, davon 4 Flugzeuginsassen. 80 Wohnungen zerstört, 230 weitere unbenutzbar geworden. 580 Obdachlosenwohnungen benötigt

1977 27. März. Los Rodeos, Teneriffa. Kollision zweier grosser Passagierflugzeuge (Boing). 70 Insassen konnten befreit werden. Neun davon erlagen im Krankenhaus ihren Verletzungen. Bei der Kollision kamen insgesamt 583 Menschen ums Leben.

1973 10. April. Gempen (SO). Vickers Vanguard der INVICTA International Airlines prallt nach 2 misslungenen Instrumentenanflügen in Hügelzug. 112 tote und 36 schwerverletzte Insassen, Totalschaden.

Ereignisse Militär

1988 28. Aug. Ramstein (Deutschland). Bei einer Flugschau kollidierten drei Flugzeuge einer Kunstflugstaffel und stürzten in die Zuschauermenge. 70 Tote, 10.5 Mio. CHF (5.6 Mio. US$) Kasko-, 199 Mio. CHF (106.6 Mio. US-$) Haftpflichtschaden.

Flugunfall: Zivil Ereignisklasse 3 (Militär nicht denkbar in der Schweiz)

Szenario

Über dicht besiedeltem Gebiet ereignet sich eine Kollision von zwei Grossraum-Passagierflugzeugen. Alle Insassen kommen ums Leben. Der Absturz verursacht einen Grossbrand im dicht besiedelten Gebiet. Viele Personen am Boden werden Opfer des Absturzes.

Ereignisse

Kein vergleichbares Ereignis bekannt.

Flugunfall: Zivil (Z) und Militär (M) Ereignisklasse 4

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

Flugunfall: Zivil (Z) und Militär (M) Ereignisklasse 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

12.4 Literatur Flugunfall

Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen. Standortkriterien 2, Flugzeugabsturzrisiko (Karte). 1977.

Balfanz, H.P. et al. Ermittlung der Trefferwahrscheinlichkeit durch abstürzende Flugzeuge. Technische Überwachung Nr. 3, 1982.

Bundesamt für Statistik. Statistisches Jahrbuch der Schweiz. Verlag NZZ, 1993.

Die schweizerische Zivilluftfahrt 1992. Bundesamt für Zivilluftfahrt.

Favre, R. L'hommes et les catastrophes. France selection, 1992.

Fernandes - Russel, D. P. Societal Risk Estimates from Historical Data for UK and Worldwide Events, University of East Anglia, Norwich, NR4 7TJ, September 1987.

Fritzsche A. F. Wie sicher leben wir? Risikobeurteilung und -bewältigung in unserer Gesellschaft. Verlag TÜV Rheinland, 1986.

IATA Safety Record Report 1984.

Schweizerische Feuerwehrzeitung 3/93. Flugzeugabsturz im Wohngebiet: eine Flammenhölle!

Sigma. Naturkatastrophen und Grossschäden (jährlich). Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft.

Statistik über Flugunfälle (jährlich). Eidg. Büro für Flugunfalluntersuchungen.

Jürg Schmid. Wie würde Zürich im Katastrophenfall reagieren? Tages-Anzeiger, 6.10.92.

13 Eisenbahnunfall

13.1 Abgrenzung

Personen- und Sachschäden

Bahnunfälle können Personen- und Sachschäden verursachen. Die Personenschäden umfassen Todesopfer, Invalide und Verletzte.

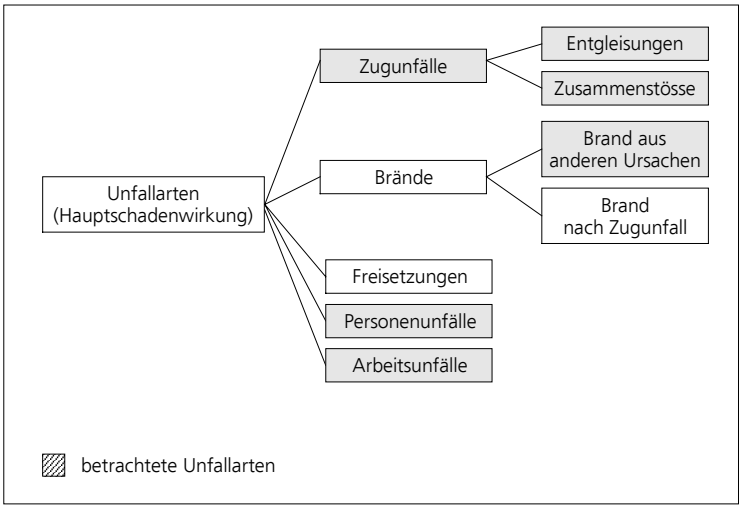
Nicht betrachtet werden ...

Eine Gefährdung der Umwelt und der Personen ausserhalb des Bahnareals ist nur durch den Transport gefährlicher Güter möglich. Unfälle, die im Zusammenhang mit gefährlichen Stoffen stehen, werden im Fallbeispiel „Chemie Störfall" berücksichtigt. Ausführungen und Abschätzungen zu Bahnunfällen, die durch Naturereignisse, wie Lawinen und Erdrutsche verursacht werden, sind in den Fallbeispielen der Naturrisiken zu finden.

Fünf Unfallarten

Aus den Unfalldaten werden die Grundstrukturen der Unfallabläufe und die wichtigsten Zusammenhänge herausgezogen. Aufgrund dieser Analyse werden fünf Unfallarten, die weiter aufgeteilt werden können, für die Risikostrukturierung unterschieden (Abbildung 6).

Abbildung 6 Strukturierung in Unfallarten



Die Zuteilung eines konkreten Unfalls zu einer Unfallart ist nicht immer eindeutig. Im einzelnen werden die Unfallarten wie folgt definiert.

Zugunfälle

Zusammenstösse und Entgleisungen von Zügen im Normal- und Rangierbetrieb, sowie bei Baustellen und an Bahnübergängen.

Brände

Unfälle, bei denen Brände oder Explosionen den Hauptschaden bewirken. Brände können durch Brandstiftung, Fahrlässigkeit, technische Defekte oder als Folge von Zugunfällen entstehen.

Freisetzung gefährlicher Stoffe

Unfälle, bei denen die Freisetzung gefährlicher Stoffe den Hauptschaden bewirkt.

Personenunfälle

Unfälle, bei denen Personen geschädigt werden, aber kein eigentlicher Sachschaden entsteht, wie Unfälle beim Betreten der Gleise, Hinaus fallen aus dem Fahrzeug, Unfälle beim Verlassen des Fahrzeugs, Gewaltverbrechen usw. Diese Unfallart wird im folgenden der Vollständigkeit halber berücksichtigt. Für Zivilschutzorganisationen haben Personenunfälle keine Relevanz.

Arbeitsunfälle

Unfälle, bei denen SBB-Mitarbeiter sowie Personen die im Auftrag der SBB auf dem Bahnareal arbeiten geschädigt werden, aber kein eigentlicher Sachschaden entsteht, wie Unfälle bei Unterhaltsarbeiten, beim Überqueren der Gleise, beim Auf- und Abspringen usw. Diese Unfallart wird im folgenden der Vollständigkeit halber berücksichtigt. Für die Zivilschutzorganisationen haben Arbeitsunfälle keine Relevanz.

Weggelassene Unfallarten

Bei der Bearbeitung des Bahnunfallrisikos werden die Unfallarten Freisetzungen gefährlicher Stoffe und Brände infolge vom Transport gefährlicher Güter auf der Schiene weggelassen (Abbildung 6). Sie werden im Fallbeispiel Chemische Störfälle einbezogen.

13.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Abhängigkeit von der Unfallart

Schadenbilder und -ausmasse sind von der Art des Bahnunfalls abhängig. In Personen- und Arbeitsunfällen sind meist nur einzelne Personen verwikkelt. Das Ausmass bei Entgleisungen, Zusammenstössen und Bränden ist primär von der Anzahl betroffener Reisezüge und deren Personenbesetzung abhängig.

Schaden beim Zugunfall: Geschwindigkeit ist wichtiger Faktor

Der Schaden eines Zugunfalls wird primär durch die mechanische Einwirkung des Aufpralls bewirkt. Diese ist unter anderem von der Geschwindigkeit des Zuges abhängig. Nach einer Entgleisung oder einem Zusammenstoss sind keine flüchtende oder evakuierende Personen zu erwarten. Physisch Geschädigte müssen jedoch am Unfallort betreut werden.

Schaden beim Brand: Lage der Unfallstelle ist wichtig

Das Ausmass eines Brandes ist abhängig von der Lage der Unfallstelle. Die Rettung kann durch räumliche Gegebenheiten stark eingeschränkt werden. Je nach Möglichkeiten der Rettung kann ein Brand frühzeitig gelöscht werden. In einem Tunnel oder in einem unterirdischen Bahnhof wird die Evakuation verletzter Personen, das Flüchten der Reisenden und das Löschen des brennenden Zuges erschwert und z.T. verunmöglicht.

13.3 Typische Eisenbahnunfälle pro Ereignisklasse

Eisenbahnunfall Ereignisklasse 1

Szenario

Ein Zugunfall mit Beteiligung eines Personenzuges ereignet sich. Dabei kann es sich um einen Zusammenstoss, eine Entgleisung oder einen Brand handeln. Das Ereignis fordert einzelne Todesopfer und Verletzte.

Ein Bahnunfall mit Beteiligung gefährlicher Güter wird als eigenes Rahmenszenario „Chemie Störfall Bahn" geführt.

Ereignisse

1994 21. März. Dänikon (SO). Ein mit Gleisarbeiten beschäftigter Baukran schwenkte während der Durchfahrt eines Schnellzuges aus. Drei Passagierwagen werden aufgeschlitzt. Neun Passagiere werden getötet und 12 Passagiere werden verletzt. Der Sachschaden beträgt ca. 10 Mio. CHF

1991 16. April. Zürich, Bahnhof Stadelhofen. Ein in Brand geratener Triebwagen bleibt im Hirschengrabentunnel stehen. Die sofort alarmierten Rettungsdienste können 140 Passagiere befreien, doch mehr als 50 Menschen müssen mit teilweise schweren Rauchvergiftungen ins Spital eingeliefert werden.

1985 14. Sept. Renens (VD). Auf der Bahnlinie Lausanne - Genf stösst ein Regionalzug mit zwei zusammengekoppelten Lokomotiven zusammen. Fünf Personen, darunter zwei Lokführer, kommen ums Leben, 56 weitere werden zum Teil schwer verletzt.

1982 12. Sept. Pfäffikon (SZ). Ein Regionalzug erfasst an einem mit bedienten Barrieren gesicherten Bahnübergang einen Autocar. Dabei verlieren 39 Carinsassen das Leben.

Eisenbahnunfall Ereignisklasse 2

Szenario

Ein schwerer Zugunfall oder Brand betrifft einen oder zwei vollbesetzte Reisezüge. Viele Passagiere werden tödlich oder schwer verletzt, Reisende werden evakuiert oder flüchten vor dem sich ausbreitenden Feuer. Die Strecke bleibt eine Woche gesperrt.

Ein Bahnunfall mit Beteiligung gefährlicher Güter wird als eigenes Rahmenszenario „Chemie Störfall Bahn" geführt.

Ereignisse

1998 3. Juni. Eschede (Deutschland). ICE-Hocheschwindigkeitszug entgleist mit über 200 km/h. Ein grosser Teil der Wagen zerschellt an einer Überführungsbrücke. 98 Todesopfer und rund 100 Verletzte.

1984 Dez., Bologna (Italien). Rechtsextremisten verübten Bombenanschlag auf Zug, der 15 Todesopfer und 180 Verletzte forderte.

1972 16. Juni. Soissons (Frankreich). Ein Reisezug fuhr in Gesteinsbrokken, die von der Tunneldecke gefallen sind. Das Unglück forderte 108 Todesopfer.

Eisenbahnunfall Ereignisklasse 3

Szenario Ein Zusammenstoss zweier vollbesetzter Intercity-Reisezüge mit hohen Geschwindigkeiten ereignet sich. Nach der Kollision der Züge bricht entweder ein Feuer aus, Teile der Züge fallen in eine tiefe Schlucht oder infolge des Zusammenstosses schädigen Teile von Zügen eine angrenzende Siedlung. Auch ein Einsturz von Bauwerken wie Brücken muss befürchtet werden. Die Strecke muss über mehrere Wochen gesperrt

Ereignisse 1991 5. Jan. Sangi (Pakistan). Reisezug prallte infolge einer falsch gestellten Weiche auf einen stehenden Güterzug. 307 Reisende wurden getötet und 600 verletzt.

1985 13. Jan. Awash (Äthiopien). Nach einer Zugentgleisung stürzten mehrere Wagen in eine Schlucht. 449 Personen verloren ihr Leben, 559 wurden verletzt.

Eisenbahnunfall Ereignisklasse 4 und 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

13.4 Literatur Eisenbahnunfall

Bundesamt für Statistik. Statistisches Jahrbuch der Schweiz 1992. Bern 1993.

Generalsekretariat SBB. Zahlen 1992, SBB. Bern, 1992.

Schweizerische Bundesbahnen, Bau GD. Sicherheitsstandards für unterirdische Verkehrsanlagen der SBB, Teil 1. Ernst Basler und Partner AG, Juni 1993.

Schweizerische Bundesbahnen, Generaldirektion. Statistisches Jahrbuch, Betriebsunfallstatistik der SBB 1970 – 1988.

Wägli, Hans G. Schienennetz Schweiz, Ein technisch-historischer Atlas. Generalsekretariat SBB, Bern, 1980.

14 Brand

14.1 Abgrenzung

Berücksichtigte Brände

Die Risikoart Brände umfasst alle Ereignisse, bei denen durch Feuereinwirkungen eine schädigende Wirkung auf Bevölkerung oder deren Lebensgrundlagen verursacht wird. Berücksichtigt werden Brände die durch natürliche Einwirkungen, technische Einrichtungen, Fehlhandlungen, Fahrlässigkeit oder Sabotage ausgelöst werden.

Nicht berücksichtigt werden ...

Brände bei denen gefährlicher Güter beteiligt sind, werden an dieser Stelle nicht berücksichtigt. Sie werden bei den Chemischen Störfällen untersucht. Brände in Eisenbahntunnel werden unter den Eisenbahnrisiken untersucht. Ebenfalls nicht berücksichtigt werden mögliche Risiken im Zusammenhang mit Kriegshandlungen und Terrorismus. Sie werden unter den machtpolitischen Risiken untersucht. Waldbrände und Blitze werden unter den Naturrisiken separat beurteilt.

14.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Personen- und Sachschäden

Brände können Personen- und Sachschäden hervorrufen. Vor allem bei Wohnbauten und Hochhäusern ist mit Personenschäden, Evakuierten und Obdachlosen zu rechnen. Die Personenschäden können in Form von Todesopfern, Verletzten und gesundheitlichen Beeinträchtigungen auftreten.

Abhängigkeit des Schadenausmasses

Das Schadenausmass von Brandereignissen wird primär durch die Anzahl eingeschlossener Personen, deren Fluchtmöglichkeiten und Fähigkeit zur Selbstrettung, der Wertdichte sowie der Dauer und Intensität bestimmt. Insbesondere ist das Schadenausmass abhängig von den vorhandenen und innert nützlicher Frist eingesetzten Schutzmassnahmen.

Verpflichtungen der Gemeinden

In der Regel werden die Gemeinden durch kantonale Rechtserlasse verpflichtet, die für die Handhabung des Feuer- und Elementarschutzes notwendigen Vollzugsbestimmungen, Reglemente und Verfügungen zu erlassen. Darin können Betriebe aufgrund ihrer geographischen Lage, ihrer Grösse, ihres Personalbestandes sowie der Verarbeitung und Lagerung besonders feuergefährlicher Stoffe und Waren zur Organisation einer Betriebsfeuerwehr verpflichtet werden.

Brände mit mehr als 10 Todesopfer

Aus den statistischen Zahlen geht hervor, dass Brände mit mehr als 10 Todesopfern relativ selten zu erwarten sind. Trotzdem können solche Grossereignisse nicht gänzlich ausgeschlossen werden und unsere Zivilisation praktisch jederzeit treffen.

14.3 Typische Brandereignisse pro Ereignisklasse

Brand Ereignisklasse 1

Szenario

Ein Brandereignis betrifft einen Gebäudekomplex oder ein Fabrikareal. In den betroffenen Gebäuden fordert das Ereignis mehrere Personenschäden (Todesopfer oder Verletzte). In der näheren Umgebung müssen mehrere Personen evakuiert werden, wovon einige obdachlos werden. Die Sachschäden betragen über 10 Mio. CHF In einigen Fällen ist durch Löschwasser mit Bach- oder Seeverschmutzung zu rechnen.

Ereignisse

1996 19. Juli, Niederbipp. Brand der TELA Papierfabrik. Drei Feuerwehrmänner verlieren im Einsatz ihr Leben. Gesamte Belegschaft wurde evakuiert. Insgesamt kämpften über 1500 Mann mit Dutzenden von Löschfahrzeugen und sieben Helikopter gegen das Feuer an. Nach 35 Stunden ist das Feuer unter Kontrolle. Nach weiteren zwei Tagen sind auch die Nachlöscharbeiten beendet. Sachschaden von über 100 Mio. CHF

1994 14. Apr. Oberegg (AI). Brand in dreistöckigem Altersheim. Der Holzbau wurde zerstört. 2 Tote, 20 Evakuierte, Millionenschaden.

1988 14. Feb., Zürich. Brand im Hotel International durch Selbstentzündung beim Nachfüllen eines Rechauds. 6 Tote, 7.8 Mio. Franken Gebäudeschaden.

Brand Ereignisklasse 2

Szenario

Ein Brand bricht in einem stark belebten Gebäude (Ausstellungsgebäude, Warenhaus, Opernhaus, Hochhaus, Bahnhof usw.) oder dicht bebauten, alten Siedlungsgebiet (Altstadt) aus. Starke Winde treiben das Feuer schnell weiter und erschweren die Löscharbeiten. Infolge verstellter Fluchtwege oder Panik bleiben viele Personen in den Flammen und im Rauch stecken. Es sind einige Todesopfer und viele Verletzte mit Rauchvergiftungen zu beklagen. In den umliegenden Gebäuden werden die Anwohner evakuiert. Auch Gewässerverschmutzungen durch Löschwasser sind denkbar.

Unter anderem dank den Brandschutzvorkehrungen haben sich in der Schweiz in jüngster Zeit keine vergleichbare Ereignisse ereignet. Deshalb werden im folgenden internationale Beispiele aufgelistet, die sich nur be

dingt mit den in der Schweiz vorhandenen Brandschutzverhältnissen vergleichen lassen. Sie geben jedoch einen Eindruck über mögliche Ereignisse, wenn alles schief läuft.

Ereignisse

1996 11. April. Flughafenbrand Düsseldorf. 17 Todesopfer, 87 Verletzte, 500 Mio. CHF Sachschaden.

1988 25. Aug. Lissabon (Portugal). Altstadtbrand. 2 Todesopfer. Mindestens 470 Mio. CHF Sachschaden

1974 Sao Paolo (Brasilien). Brand eines 25-geschossigen Bürogebäudes. 179 Todesopfer, 300 Verletzte

Brand Ereignisklasse 3

Szenario

Ein Brand ereignet sich in einem dicht besiedelten Altbaugebiet, in einer voll besetzten Festhalle oder einem ausverkauften Konzertgebäude. Ein solches Ereignis mit katastrophalem Ausmass ist nur vorstellbar, falls elementare Brandschutzmassnahmen versagen, sehr unglückliche Umweltbedingungen herrschen (z.B. starke Winde) und bei den Betroffenen Panik ausbricht. Mögliche Ursache für das Versagen der elementaren Brandschutzmassnahmen sind beispielsweise eine zu spät erfolgte Alarmierung, stark verzögerte Zufahrt der Feuerwehr durch verstopfte und verstellte Strassen sowie verstellte, nicht benutzbare Notausgänge. Die meisten Opfer sind durch Raucheinwirkungen zu beklagen. Ein Übergreifen der Flammen auf benachbarte Gebäude kann durch zu spätes Eintreffen der Feuerwehr oder starker Winde nicht verhindert werden. Das Feuer gerät ausser Kontrolle und zieht ein ganzes Quartier in Mitleidenschaft.

Der betroffene Stadtteil muss grossräumig evakuiert werden, zahlreiche Wohnhäuser werden durch Brand und Wasserschäden unbewohnbar. Verschmutztes Löschwasser gerät in Fliessgewässer und schädigt Lebensgrundlagen.

Ereignisse

Keine Beispiele aus jüngerer Zeit mit vergleichbaren Brandschutzvorkehrungen dokumentiert.

Brand Ereignisklasse 4

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

Brand Ereignisklasse 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

14.4 Literatur Brand

Auszug aus der Gemeinschaftsstatistik des Schweizerischen Sachversicherungsverbandes. Schreiben vom 5. Juli 1994.

Bundesamt für Statistik. Statistisches Jahrbuch der Schweiz. Verlag NZZ, 1993.

Favre, R. L'hommes et les catastrophes. France selection, 1992.

Fritzsche A. F. Wie sicher leben wir? Risikobeurteilung und -bewältigung in unserer Gesellschaft. Verlag TÜV Rheinland, 1986.

Hader H.J. Brandanschläge als Gefährdungskomponente in der Sicherheitsplanung. Ernst Basler & Partner AG, Separatdruck aus „Protector", internationale. Fachzeitschrift für Sicherheit, Ausgabe Nr. 3/Juni 1985.

Jahresbericht BVD (jährlich). Brandverhütungsdienst.

Kuhn H.U. Schweizerische Brandschutzvorschriften - einheitlich und europakonform. SIA Nr. 6, 3. Februar 1994.

Schadenstatistik (jährlich). Vereinigung kantonaler Feuerversicherung, Bern.

Schlussbericht der Arbeitsgruppe. Feuerwehr/Zivilschutz/Rettungstruppen. September 1992.

Sigma. Naturkatastrophen und Grossschäden (jährlich). Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft.

Technische Akademie Wuppertal e.V. Seminar: Brandschutz in Hochhäusern. Tagungsbericht, 17. Februar 1994.

World Fire Statistics Centre. United Nations Fire Statistic Study. Nr. 10, Mai 1994.

15 Notfall bei Stauanlagen

15.1 Abgrenzung

Der Begriff Stauanlage (ehemals Talsperre):

Unter dem Begriff Stauanlagen (ehemals Talsperren) versteht man normalerweise Anlagen, die Wasser zurückhalten, d.h. aufstauen. Anlagen, die Geschiebe, Schlamm, Lawinenschnee oder Eistrieb zurückhalten sollen, werden auch zu den Stauanlagen gezählt [BUNDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1991].

Stauanlagen in der Schweiz

In der Schweiz gibt es mehr als 1000 Stauanlagen, die der hydroelektrischen Produktion von Energie, der Wasserversorgung oder als Ausgleichs- oder Absetzbecken dienen. Stauanlagen werden in Mauern und Dämme unterteilt. Rund ein Drittel der Stauanlagen in der Schweiz sind geschüttete Dämme; der grösste mit einer Höhe von 155 Metern liegt auf der Göscheneralp. Zwei weitere grosse Dämme stehen in Mattmark und Marmorera. Der volumenmässig grösste Stausee in der Schweiz wird von der höchsten Staumauer Grand Dixance zurückgehalten.

Belastungen der Stauanlagen

Stauanlagen können ausserordentlichen Belastungen wie Hochwasser, Erdbeben, Erdrutsche, Felsstürze, Gletscherabbrüche und rascher Absenkung ausgesetzt sein. Ist bei extremen Ereignissen die Standsicherheit nicht gewährleistet, kommt es zu einem Stauanlagenbruch.

Flutwelle

Beim Versagen von Stauanlagen kann bei ganz oder teilweise gefüllten Stauseen eine Flutwelle entstehen. Entfernung, Geländeform und Gefälle des überfluteten Gebietes bestimmen die Zeit bis zum Eintreffen der Flutwelle in den unterliegenden Gebieten. Sie schwankt zwischen einigen Minuten bis einige Stunden.

Überflutung, bzw. Überschwappen ohne Stauanlagenbruch

Zu einer Überflutungskatastrophe kann es auch ohne das Versagen einer Stauanlage kommen. Ein Überschwappen („overtopping") der Stauanlage kann durch ein Hochwasser-, Bergsturz- oder Erdrutschereignis in einen Stausee verursacht werden. Diese Ereignisse werden zu den „Massenbewegungen" und „Hochwasser" gezählt.

15.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Ausmass von Flutwellen

Die Auswirkungen eines Stauanlagenbruches sind primär von der Lage und der Grösse der Stauanlage abhängig. Je grösser das Stauvolumen des Sees

desto mehr Wasser wird die Unterlieger überschwemmen und dort Bebauung, Bewuchs sowie riesige Schutt- und Erdmassen mitreissen bzw. ablagern (vgl. Figur 2-1).

Personenschäden

Personen in den überfluteten Gebieten werden stark gefährdet (Wegspülen, Ertrinken, Einschliessen, Einstürzen von Gebäuden etc.). Die Bevölkerungsdichte im überfluteten Gebiet ist eine Kenngrösse für die möglichen Personenschäden.

Sachschäden

Die Auswirkungen der Flutwelle auf Gebäude und Bauwerke ist von der Wassergeschwindigkeit, der Überflutungshöhe, dem Feststofftransport sowie der Überflutungsdauer abhängig.

Alarmierung

Durch eine Alarmierung (Wasseralarm) besteht die Möglichkeit, dass die Bevölkerung das gefährdete Gebiet noch verlassen kann. So wird bei einer Alarmierung mit erfolgreicher Evakuation die Zahl der Todesopfer abnehmen, dafür ist mit zahlreichen Evakuierten und Obdachlosen zu rechnen.

Sicherheitsniveau in der Schweiz ist überdurchschnittlich

Die Stauanlagen in der Schweiz sind nicht nur korrekt entworfen, bemessen und gebaut, sondern werden auch ständig überwacht, was die Eintretenswahrscheinlichkeit eines Unfalls stark reduziert. Zudem darf die Notfallstrategie und –planung in der Schweiz als vorbildlich bezeichnet werden. Die Risikobeurteilung von KATARISK basiert auf der konsequenten Weiterführung der heute durchgeführten Überwachung und die weitere Umsetzung der Notfallplanungen.

15.3 Typische Notfälle bei Stauanlagen pro Ereignisklasse

Notfall bei Stauanlagen Ereignisklasse 1

Szenario

Im Rahmen von routinemässigen Lotmessungen stellt man ungewöhnliche Deformationen einer Stauanlage fest. Der Stausee wird teilweise abgesenkt, doch es kommt beim halb gefüllten See zu einem Teilbruch der Sperre. Eine kurze aber heftige Flutwelle strömt das Tal hinunter und richtet in den ersten paar Siedlungen oder der Infrastruktur beträchtliche Schäden an. Je nach dem, wie erfolgreich die Vorwarnzeit genutzt wurde, ist mit vereinzelten Todesopfern, Verletzten oder einzelnen Evakuierten zu rechnen.

Für das Rahmenszenario kann kein Beispiel angeführt werden. Das aufgeführte „Beinahe-Stauanlagenbruchereignis" soll verdeutlichen, wie wichtig die Überwachung der Stauanlagen zur Vermeidung von Brüchen sein kann. Ohne diese Überwachung wäre dieses Vorkommnis mit grosser Wahrscheinlichkeit ein Beispiel für dieses Rahmenszenario. Trotzdem können

durch eine laufende Überwachung nicht alle denkbaren Fälle erfasst werden.

Ereignisse

1979 Tseuzier, VS, Anfang Dezember wurde festgestellt, dass sich der Bogenscheitel der Mauer innerhalb Monatsfrist fünf Millimeter gegen die Wasserseite hin bewegt hatte, anstatt, gemäss dem winterlichen, maximalen Wasserstau, in Richtung Tal. Ingenieure brachten das aussergewöhnliche Verhalten des Bauwerks mit einem andern Ereignis in Verbindung: In der Gegend war mit dem Bau eines Sondierstollens für den geplanten Rawil-Autobahntunnel begonnen worden. Da sich die Mauer weiter deformierte, wurden die Vortriebsarbeiten am Stollen eingestellt. Es zeigten sich meterlange Risse in der Mauer, worauf der Stausee vollständig entleert wurde. Die Risse wurden verklebt, der Stausee wieder gefüllt.

Notfall bei Stauanlagen Ereignisklasse 2

Szenario

Sintflutartige Regenfälle während mehreren Tagen füllen einen Stausee mit Wasser, Geschiebe und Holz, so dass die Hochwasserentlastung der Stauanlage nicht mehr genügt. Die Wassermengen wälzen sich über die Mauerkrone und erodieren gefährlich rasch einen seitlichen Erddamm. Die Stauanlage hält der extremen Belastung nicht stand. Weitere Ursachen für das Rahmenszenario können Felsstürze oder Bergstürze in den Stausee sein, die zu einer Flutwelle und Überschwappung führen. Die Stauanlage wird zum Brechen gebracht, zum Beispiel infolge Seitenerosion. Schliesslich sind auch Grundbrüche aufgrund einer Veränderung der Untergrundverhältnisse, die nicht bemerkt werden, nicht auszuschliessen.

Die weiter unten liegenden Siedlungen werden einige Stunden danach überflutet. Einzelne Siedlungsgebiete stehen kurzfristig mehrere Meter hoch unter Wasser. In diesen Zonen stürzen Gebäude durch Unterspülung der Fundamente oder durch den Anprall schwimmender Trümmer ein. Die Überflutung dauert ein bis drei Stunden. Je nach dem, wie erfolgreich die frühzeitige Alarmierung genutzt werden kann, sind Evakuierungen oder viele Tote und einzelne Verletzte zu beklagen. Die betroffene Infrastruktur wie Brücken, Strassen usw. werden zerstört.

In der Schweiz ist kein solches Ereignis geschehen. Es werden „Beinahe-Ereignis“ sowie vergleichbare Ereignisse in Europa aufgeführt.

Ereignisse

1994 Baschkortostan, Russland. Die Staumauer eines Wasserreservoirs brach nach zweitägigen starken Regenfällen. Sechs Millionen Kubikmeter Wasser haben vier Dörfer überschwemmt und 140 Häuser mitgerissen. Mehr als 10 Personen sind ums Leben gekommen und 80 wurden vermisst. 1'000 Personen wurden evakuiert.

1978 Palagnedra-Stausee (TI). Ein Hochwasser mit einem Spitzenabfluss von rund 2000 m^3 pro sec. (Hochwasserauslegung des Stausees ist 800 m^3 pro sec.) führte zu Verklausungen und Seitenerosion. Bevor der Staudamm ernsthaftere Schäden aufwies und gebrochen wäre, klang das Hochwasser ab.

1959 Malpasset, Frankreich. Die Mauer war in einem Gneis fundiert, dessen Durchlässigkeit sich unter der Druckbelastung um Grössenordnungen verringerte. Daher stellt sich unterhalb der Fundamentzone ein Porenwasserdruck ein, der mit zunehmender Staukote das Gleichgewicht der Mauer ungünstig beeinflusste. Kurz vor dem erstmaligen Erreichen des Maximalstaus wurde eine ganze Felspartie im Fundament gehoben, wodurch die Mauer einstürzte. Die Flutwelle reist 421 Personen in den Tod. Der Sachschaden wird auf 68 Mio. $ geschätzt.

Notfall bei Stauanlagen Ereignisklasse 3

Szenario

Sintflutartige Regenfälle während mehreren Tagen füllen einen Stausee, so dass die Hochwasserentlastung der Stauanlage nicht mehr genügt. Gewaltige Wassermengen wälzen sich über die Mauerkrone und erodieren gefährlich rasch einen seitlichen Erddamm. Die Stauanlage hält der extremen Belastung nicht stand und bricht. Weitere Ursachen können Felsstürze oder Bergstürze in den Stausee sein, die zu einer Überschwappung führen oder die Stauanlage zum Brechen bringen. Schliesslich sind auch Grundbrüche infolge Veränderung der Untergrundverhältnisse nicht auszuschliessen.

Die weiter unten liegenden Siedlungen werden einige Stunden später überflutet. Sie stehen kurzfristig mehrere Meter hoch unter Wasser. In diesen Zonen stürzen Gebäude durch Unterspülung der Fundamente oder durch den Anprall schwimmender Trümmer ein. Die Überflutung dauert vier bis fünf Stunden. Je nach dem, wie erfolgreich die frühzeitige Alarmierung genutzt werden, kann sind Evakuierungen oder viele Tote und einzelne Verletzte zu beklagen. Die betroffene Infrastruktur wie Brücken, Strassen usw. werden im gesamten Überflutungsbereich zerstört.

In der Schweiz ist kein solches Ereignis geschehen. Im folgenden werden vergleichbare internationale Ereignisse aufgeführt.

Ereignisse

1993 Qinghai, Westchinesische Provinz. Nach schweren Regenfällen werden „ungewöhnliche Geräusche“ beim zehn Jahre alten Damm vernommen. Daraufhin werden 30'000 Personen evakuiert. Beim Staudammbruch kommen 1'250 Menschen ums Leben und über 300 werden verletzt. Der Sachschaden wird auf über 25 Mio. Franken geschätzt.

Notfall bei Stauanlagen Ereignisklasse 4

Szenario Durch das Einfrieren von Wasser im Felsgestein lockern sich 25 Mio. Kubikmeter Gesteinsmassen und stürzen plötzlich in den darunter liegenden Stausee. Eine gewaltige Flutwelle wird ausgelöst, die zu einer gewaltigen Überschwappung führt und die Stauanlage zum Brechen bringt. Weitere Ursachen können Grundbrüche sein, die sich nicht abzeichnen, z.B. während eines Hochwasserereignisses.

Die Alarmierung erfolgt erst kurz vor dem Bruch, sodass die Überflutungsgebiete nicht rechtzeitig gewarnt werden können. Die mit Schlamm und Gestein versetzten Wassermassen überschwemmen die Siedlungen im Überflutungsgebiet. Eine Evakuierung ist praktisch unmöglich. Tausende von Menschen finden den Tod. Nur Personen, die weiter entfernt wohnen, können sich in höhere Lagen retten.

Ereignisse 1960 Oros, Brasilien. Der Staudammbruch fordert 40 Menschenleben. Rund 100'000 Personen werden evakuiert.

Notfall bei Stauanlagen Ereignisklasse 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

15.4 Literatur Notfall bei Stauanlagen

Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen. Überflutungsschäden infolge von Talsperrenbrüchen. Basler & Hofmann, TB 645-ASK-11, Dezember 1977. VERTRAULICH.

Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen. Überlegungen zur Auftretenswahrscheinlichkeit von Talsperrenbrüchen. Basler & Hofmann, TB 645-ASK-14, Juli 1978. VERTRAULICH.

Biedermann, R. Dam Safety in Switzerland. Swiss Dams, Monitoring and Maintenance. Edition for the 15th International Congress on Large Dams 1985 at Lausanne.

Biedermann, R. Zur Hochwassersicherheit von Talsperren. aus Wasser, Energie, Luft, Heft 7/8, 1986.

Bundesamt für Wasserwirtschaft. Sicherheit der Stauanlagen. 9. Juli 1991.

Cerutti, H. Wie sicher sind die Schweizer Staudämme? aus Risiken in der Schweiz, Neue Zürcher Zeitung, 4. Juni 1992.

Darbre, G. R. Dam Risk Analysis. Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel, Schweiz, November 1998, Rev. November 1999

Die Sicherheit von Talsperren in der Schweiz. Aus Neue Zürcher Zeitung, 23.7.1985.

Fernandes - Russel, D. P. Safety of Dams. Proceedings of the International Conference of Safety of Dams. Coimdra, 23 - 28 April 1984, Boston 1985.

Fritzsche, A. Ausstieg aus der Kernenergie? 2. Teil. Gesundheitsrisiken gemäss Energieszenarien der EGES. SIA Nr. 23, 8. Juni 1989.

Grütter, F. Probabilistische Sicherheits- und Risikoanalysen für Talsperren. Motor-Columbus Ingenieurunternehmen AG.

Jahresbericht 1992 des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes. aus Wasser, Energie, Luft, Heft 9, 1993.

Schnitter, N. Statistische Sicherheit der Talsperren. aus Wasser, Energie, Luft, Heft 5 1976.

Schnitter, N. Hochwasserschäden an Talsperren. aus Wasser, Energie, Luft, Heft 11/12, 1992.

Smets, H. Tschernobyl: Le droit devant le risque nucleaire, le risques nucleaires dans les societes industrielles. Sorbonne, 1987.

Studienkommission für Zivilschutz des EJPD, Studiengruppe Technik. Wassergefahren und Schutzraum, Dokumentation über Wassergefährdungen und Schutzmassnahmen. Ingenieurbüro Heierli AG, 1631 (c), 20728ar, 4.8.1992.

Verordnung vom 7. Dezember 1998 über die Sicherheit der Stauanlagen (Stauanlagenverordnung, StAV).

16 Chemie Störfall

16.1 Abgrenzung

Betrachtet werden ...

Die Risikoart Chemische Störfälle umfasst alle Ereignisse, bei denen vom Menschen produzierte chemische Stoffe freigesetzt werden und die eine schädigende Wirkung auf die Bevölkerung oder deren Lebensgrundlagen verursachen.

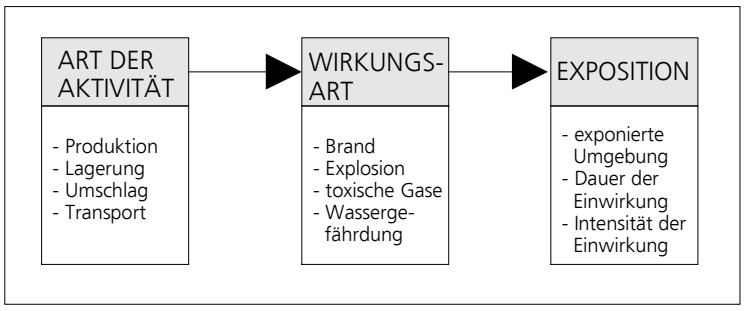
Nicht betrachtet werden ...

Chemische Störfälle, die durch Naturkatastrophen ausgelöst werden (z.B. Erdbeben oder Hochwasser usw.), sind an dieser Stelle nicht berücksichtigt. Solche Ereignisse werden zum Schadenbild der Naturkatastrophen gezählt. Auch mögliche Risiken im Zusammenhang mit Kriegshandlungen, terroristischen Aktivitäten oder Sabotageakten werden nicht in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt. Sie werden unter den Gesellschaftlichen Risiken untersucht.

Typischer Ablauf eines Chemischen Störfalles

Anhand des typischen Ablaufs eines Chemischen Störfallereignisses (vgl. Abbildung 7) lässt sich einerseits die Risikoart Chemie Störfall abgrenzen und anderseits die wesentlichsten Charakteren von Chemieereignissen zusammenfassen.

Abbildung 7 Grobstruktur des Ereignisablaufes eines Chemischen Störfalles



Aktivität **Produktion**

Die Produktion und Verarbeitung von chemischen Stoffen steht vor allem in der Industrie im Vordergrund. Dazu gehören chemisch-technische Betriebe sowie Betriebe der metallverarbeitenden Industrie. Die Anlagen und Einrichtungen sind stationär und die Produktionsprozesse, mit denen teilweise grosse Mengen verarbeitet werden, sind in der Regel erprobt. In den Entwicklungs- und Forschungsabteilungen wird demgegenüber mit um Grössenordnungen kleineren Mengen, die allerdings weniger bekannt und teilweise gefährlicher sind, gearbeitet. Das Potential für Grossereignisse ist in den Forschungsabteilungen als gering zu beurteilen.

Aktivität **Lagern und Umschlag**

Bei den Lagern und Umschlagplätzen der chemischen Industrie, Transportfirmen, Verkehrszentren oder öffentlichen Anlagen bilden die meist grossen Stoffmengen das Potential für Grossereignisse. Dazu zählen beispiels

weise Anlagen für gasförmige und flüssige Brenn- und Treibstoffe, grosse Lager landwirtschaftlicher Hilfsstoffe, Wasseraufbereitungsanlagen, Kühlhäuser, Kunsteisbahnen und Entsorgungsanlagen für Sonderabfälle.

Aktivität **Transport**

Der Transport von gefährlichen chemischen Gütern erfolgt hauptsächlich auf der Strasse oder auf der Schiene. Die Stoffe werden in kleineren Mengen als Stückgut (fest, flüssig und gasförmig) oder in Tankgefässen (flüssig und gasförmig) transportiert. Auf der Schiene werden grössere Transporteinheiten befördert als auf der Strasse. Das Potential für Grossereignisse bei der Bahn ist demnach grösser zu beurteilen. Zudem legen Güter mit der Bahn grössere Distanzen zurück als auf der Strasse. Risikoschwerpunkte für Personenschäden bilden vor allem längere Tunnel und Bahnhofsbereiche[26)].

16.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Wirkungen: abhängig von den beteiligten Stoffen/Stoffart

Die Auswirkungen eines Chemischen Störfalles sind primär von der Art und Menge des involvierten Stoffes abhängig. Bei Freisetzungen bestimmter toxischer Gase (z.B. Chlor, Brom oder Phosgen) bedeuten bereits relativ kleine Stoffmengen eine erhebliche Gesundheitsgefährdung für die Bevölkerung. Aus diesem Grunde wird zum Beispiel in der Störfallverordnung je nach Stoffart eine eigene Mengenschwelle festgelegt, die über den Geltungsbereich der Verordnung entscheidet [StFV 1991, Anhang I].

16.3 Typische Chemische Störfälle pro Ereignisklasse

Chemie Störfall Ereignisklasse 1

1991 Stein-Säckingen (AG). 4. Januar. Entgleisung und Brand eines Tankzuges im Bahnhof kurz nach Mitternacht. Die Gemeinde Stein wurde alarmiert (2'000 Personen) und die nähere Umgebung wegen Explosionsgefahr evakuiert (200 Personen). 75'000 Liter Benzin wurden freigesetzt (Brand, Versickerung, Verdampfung, Abfluss in Kanalisation).

1993 Baar (Zug), 6. Juli. Brand von hochbrennbaren Flüssigkeiten in einem Chemieunternehmen. Fabrik und umliegende Gebäude eva

26) Rohöl und Gas werden daneben zu einem beträchtlichen Teil in Pipelines in oder durch die Schweiz transportiert (vgl. Figur 2-4a). Der Transport gefährlicher chemischer Güter auf dem Wasser spielt in der Schweiz vor allem in Basel eine Rolle.

kuiert. Da in umliegenden Gebäuden explosive Stoffe lagerten, wurde das Gebiet weiträumig abgesperrt. 6 Verletzte, davon 3 mit Rauchvergiftungen. Rund 420 Feuerwehrleute im Einsatz. Gebäudeschäden von 10 Mio. CHF

Chemie Störfall Ereignisklasse 2

1994 Zürich-Affoltern. 8. März, 08.10 Uhr. Entgleisung und Brand eines Tankzuges im Bahnhof. 3 Häuser total zerstört. 23 Obdachlose, 200 Evakuierte und Selbstflüchtende wegen Explosionsgefahr, 4 Verletzte wegen Explosionen in der Kanalisation. Ein Regenbecken wurde durch eine Explosion total zerstört. Der Stadtteil Affoltern und die umgebenden Gemeinden wurden alarmiert. Mindestens 20 Mio. CHF Sachschaden. Katzenbach (Fischsterben) und Kläranlage verschmutzt.

1994 Lausanne, 29. Juni. Entgleisung eines Güterzuges. Zwei Tankwagen mit Epichlorhydrin und Tionylchlorid wurden leck geschlagen (Total 80 Tonnen). Mehrere hundert Liter entwichen in die Kanalisation. Hohe Explosionsgefahr in der Kanalisation. Zwei Personen wurden hospitalisiert, 300 Personen auf evtl. Gesundheitsschäden untersucht und etwa tausend Bewohner aus der näheren Umgebung evakuiert. Rund 700 Personen standen im Einsatz (SBB, Polizei, Feuerwehr, Spezialdienste, Rettungsequipen und Zivilschutz). Der Bahnhof Lausanne war für Tage unpassierbar.[NZZ und BAZ 30. Juni 1994]. Sachschaden für die SBB über 10 Mio. CHF

1986 Schweizerhalle (BS). Lagerhausbrand (Dünger, Pestizide: 1'250 t) verursachte grossflächige Rheinverschmutzung. Rund 5 km^2 Rhein (vor allem ausserhalb der Schweiz), 0.5 km^2 Grundwasser und 0.01 km^2 Boden wurden vergiftet. Schätzungsweise 50 t Fische verendeten im Rhein. Die ganze Umgebung (Basel) wurde betroffen (Geruchsbelästigung, Angst, Alarmierung von rund 50'000 Personen). Der Sachschaden wurde auf 100 Mio. Fr. geschätzt (Preisstand 1993: 150 Mio. Fr.).

1978 Los Alfaques (E). Aus einem Tanklastzug entwichen ca. 40 m^3 Flüssiggas, welches sich explosionsartig neben einem mit ca. 300 Personen belegten Campingplatz entzündete. Insgesamt wurden 288 Personen physisch geschädigt, davon starben 148 Personen sofort und 49 später im Spital, vor allem wegen fehlendem Flüssigkeitsersatz.

1976 Seveso (I). Explosion in einem Chemiewerk (Runaway-Reaktion) fordert 34 Schwer- und 400 Leichtverletzte. Freisetzung grosser Mengen Dioxin als Hauptschadenwirkung. Rund 800 Personen mussten evakuiert werden und 140'000 Personen waren betroffen

(Alarmierung, Angst). Über 15 km² Lebensgrundlagen (v.a. Boden) wurden kontaminiert. Grosser Dekontaminierungsaufwand (50 Mio. CHF: Preisstand 1993: 110 Mio. CHF). Der Sachschaden wird auf 200 Mio. Fr geschätzt (Preisstand 1993: 460 Mio. CHF). 78'000 Hühner und 700 Stück Grossvieh vergiftet.

1974 Flixborough (GB). Explosion von Cyclohexan in einem Chemiewerk fordert 28 Todesopfer und 88 Verletzte. In einem Umkreis von 0.25 km² wurden alle Gebäude zerstört (2'000 Häuser). Die Sachschäden beliefen sich auf rund 100 Mio. CHF (Preisstand 1993: 250 Mio. CHF)

Chemie Störfall Ereignisklasse 3

Es sind keine Chemischen Ereignisse dieser Grössenordnung in der Schweiz bekannt. Es werden nachfolgend internationale Ereignisse aufgezählt, die auch in der Schweiz denkbar sind, allerdings nur an sehr exponierten Stellen.

1984 Mexiko-Stadt. Behälter mit Flüssiggas explodiert in einem Lager. Die gigantische Gasexplosion fordert 452 Todesopfer, 4'248 Verletzte und ca. 1'000 Vermisste

1979 Mississauga (CAN). Ein Güterzug mit giftigem Flüssiggas (Propan - Chlor) entgleiste. Innerhalb von 3 Stunden mussten 200'000 Personen evakuiert werden.

1948 Ludwigshafen (BRD). Ein Eisenbahnzug, der Dimethyläther transportierte, explodiert im Areal der chemischen Fabrik BASF. Die Druckwelle und das folgende Feuer forderten 207 Todesopfer und 4'000 Verletzte.

1921 Oppau (BRD). Explosion von Ammoniumnitrat (4'500 t) in einem Betrieb der BASF. 561 Todesopfer und 1'500 Verletzte. 1'000 Häuser zerstört. 7'000 Personen obdachlos.

Chemie Störfall Ereignisklasse 4

Ein solches Ereignis ist zum Glück in der Schweiz nicht bekannt. Es wird ein internationales Beispiel angeführt, das in etwa einem solchen Ausmass entsprechen würde.

1984 Bhopal (Indien). Entweichung von Methylisocyanat aus Pestizidherstellung in dicht besiedeltem Gebiet forderte über 3'000 Todesopfer und 200'000 Verletzte. Die Sachschäden beliefen sich auf über 3 Mrd. CHF

Chemie Störfall Ereignisklasse 5

In der Schweiz nicht denkbar.

16.4 Literatur Chemie Störfall

Budavari S., et al. (eds.). The Merck Index. Merck & Co. Inc., 11th Edition, 1989.

Bützer, P. Sind Risiken quantitativ erfassbar? Die Bewertung von chemischen Risiken, in Yadigaroglu G. und Chakraborty S., Risikountersuchungen als Entscheidungsinstrument. TÜV Rheinland, 1985.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Handbuch I zur Störfallverordnung (StFV). Bern, Juni 1991.

Bundesamt für Zivilschutz. Freisetzung von chemischen Stoffen im Frieden - Gefährdung und Schutzmöglichkeiten. Ernst Basler & Partner AG, 1989.

Bundesamt für Zivilschutz. Mögliche Beiträge des Zivilschutzes zum Schutz der Bevölkerung bei Unfällen mit Chemikalien. Ernst Basler & Partner AG, 1992.

CEFIC (Conseil europeen des federations de l'industrie chimique). Statistical analysis of major accidents involving hazardous substances in OECD countries. OECD-Bericht, Env. Directorate, ENN/ACC/88.3, Paris 1988.

Deutsche BP Aktiengesellschaft. Mineralölstory. Hamburg, 1981.

EMD, Eidg. Militärdepartement: Arbeitsgruppe Security-Konzept. Grobabschätzung der Risiken infolge passiver Gefahren, Ausschuss „Vollzug". Oktober 1993. VERTRAULICH.

Fernandes - Russel, D. P. Societal Risk Estimates from Historical Data for UK and Worldwide Events, University of East Anglia, Norwich, NR4 7TJ, September 1987.

Giger M. Auswertung des Unfallereignisses in Zürich-Affoltern vom 8. März 1994. EBP-interne Dokumentation, April 1994.

Hommel G. Handbuch der gefährlichen Gütern. Band 1 und 2. Springer Verlag, Berlin 1980.

Locher P., Giger M., Hitz P., Bohnenblust H. Störfälle beim Transport gefährlicher Güter. Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 3/1994.

Roth L., Weller U. Gefährliche Chemische Reaktionen. ecomed Verlagsgesellschaft mbH, Landsberg/Lech, 1988.

Sax N.I., Lewis R.J. Dangerous Properties of Industrial Materials. 7th Edition, Volume I, Van Nostrand Reinhold, 1989.

Schweizerische Bundesbahnen, Betriebsdirektion. Zusammenfassende Darstellung der ortsbezogenen Störfallhäufigkeiten und Vergleich mit den netzweiten Werten. Ernst Basler & Partner AG, TM 92072-03, August 1993.

Schweizerische Bundesbahnen, Generaldirektion. Kurzbericht der SBB im Rahmen der Störfallverordnung, Teil I: Netzweite Aspekte. Bern, März 1992.

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt. Ergebnisse der Unfallstatistik 1978-82. Luzern, 1984.

Schweizerische Bundesbahnen. Transport gefährlicher Güter auf Strasse und Schiene. Ernst Basler & Partner AG, B 87055-3, November 1988.

Umweltbundesamt. Materialien, Handbuch Störfälle. Erich Schmidt Verlag, Berlin 1992.

Zentralstelle für Gesamtverteidigung. Technischer Behelf für den Schutz bei C-Ereignissen: „MET" (Modell für Effekte mit toxischen Gasen). Bern, 1991.

Die wichtigsten Gesetzte und Verordnungen

Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7.10.1983

Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) vom 9.6.1986

Verordnung über den Verkehr mit Sonderabfällen (VVS) vom 12.11.1986

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24.1.1991

Verordnung über den Schutz vor Störfällen (StFV) vom 27.2.1991

Verordnung über umweltgefährdende Stoffe (StoV) vom 9.6.1986

Verordnung über den Schutz der Gewässer vor wassergefährdenden Flüssigkeiten (VWF) vom 28.9.1981

Verordnung über die Klassierung wassergefährdender Flüssigkeiten vom 28.9.1981

Verordnung über die Anlagen für das Lagern und Umschlagen wassergefährdender Flüssigkeiten (TTV) vom 21.6.1990

Bundesgesetz über den Verkehr mit Giften vom 21.3.1969

Ordnung für die internationale und schweizerische Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID/RSD) vom 1.1.1993

17 KKW-Störfall

17.1 Abgrenzung

Freisetzung radioaktiver Stoffe

Die Risikoart „KKW-Störfall" umfasst Ereignisse, bei denen vom Menschen verwendete oder produzierte radioaktive Stoffe freigesetzt werden. Natürliche radiologische Strahlungen sind nicht Gegenstand der Untersuchungen, werden aber bei Bedarf als Vergleichsgrösse herangezogen.

Nicht betrachtet werden ...

- Ereignisse mit Freisetzungen von radioaktiven Stoffen infolge eines Naturereignisses (z.B. Erdbeben, Hochwasser oder Sturm usw.) sind nicht Gegenstand des KKW-Störfallrisikos. Solche Ereignisse werden im Schadenbild der jeweiligen Naturkatastrophen behandelt[27].
- Mögliche Gefahren im Zusammenhang mit Kriegshandlungen wie beispielsweise Beschuss von Nuklearanlagen oder Einsatz von A-Waffen, unbeabsichtigten Waffenwirkungen, terroristischen Aktivitäten oder Sabotageakten werden nicht in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt. Sie werden zu den machtpolitischen Risiken gezählt.

Betrachtet werden aber ...

Hingegen sind Ereignisse, wie z.B. Flugzeugabsturz auf ein KKW oder Brand in einem KKW in der vorliegenden Fallstudie, berücksichtigt.

Gefahrenpotentiale

Anlagen und Einrichtungen, die für eine mögliche radioaktive Ereignisquelle mit den beschriebenen Abgrenzungen in Frage kommen, erstrecken sich von Kernkraftwerken (KKW), Ver- und Entsorgungsanlagen, Transporte radioaktiver Stoffe auf dem Boden, in der Luft oder durch Satelliten, Industrie- und Forschungsanlagen bis hin zu medizinischen Anwendungsformen.

17.2 Beschreibung des Schadenausmasses

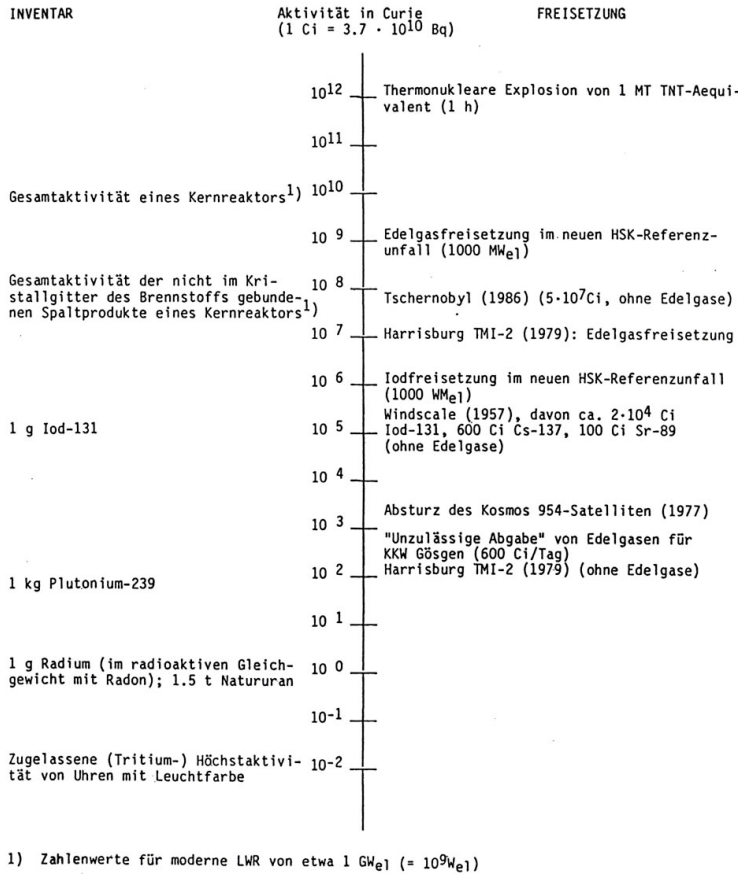
Aktivität und Aktivitätsfreisetzung

Die möglichen Auswirkungen von Ereignissen mit einer Freisetzung radioaktiver Stoffe sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Von grösster

27) Damit kann gewährleistet werden, dass sich die ausgewiesenen Risiken auf das gesamte Schadenbild beziehen, welches die Einsatzkräfte der Katastrophenhilfe zu bewältigen haben. Damit wird ein gewisser Teil des Katastrophenrisikos infolge von KKW-Störfällen unter der Gefahrenart „Erdbeben" ausgewiesen. Die Strukturierung der Gefahrenarten in Tabelle 1-1 muss dementsprechend vorsichtig gelesen werden. Naturgefahren umfassen alle möglichen Auswirkungen, die aufgrund der Naturgefahr auftreten können, auch Wirkungen infolge technischer Anlagen (Brücken, Hochhäuser, Chemie, KKW usw.).

Bedeutung ist das Inventar an radioaktiven Stoffen bzw. dem „freisetzungsfähigen" Anteil davon[28]. Abbildung 8gibt eine Vorstellung der Grössenordnung vorkommender Aktivitätsinventare. Die mengenmässig und räumlich höchste Konzentration von radioaktiven Stoffen findet sich in Kernreaktoren oder Anlagen zur Ver- und Entsorgung von Kernreaktoren. Für KKWs kann im Mittel von 3.7 - 7.4 x 10^9 Bq pro Watt Leistung ausgegangen werden [KRÖGER et al. 1990].

Abbildung 8: Aktivität und Aktivitätsfreisetzung



28) Beispielsweise ist bei allen denkbaren KKW-Störfällen der Freisetzungsanteil erheblich unter 100 % des Kerninventars (ausser bei den Edelgasen). Die HSK geht bei einer Häufigkeit von < 1.E-7 pro Jahr von einem maximalen Freisetzungsanteil des gesamten Kerninventares (ohne Edelgase) von ca. 20 % aus [BEW 1991 a]. Eine grössere Freisetzung wäre vielleicht als Folge eines gezielten (atomaren) Angriffs auf ein KKW denkbar; eine Möglichkeit, mit der höchstens im Krieg gerechnet werden muss.

17.3 Typische KKW-Störfälle pro Ereignisklasse

KKW-Störfall Ereignisklasse 1

Szenario

Ein Auslegungsstörfall in einem Kernkraftwerk (Betriebsstörung, Zwischenfall oder Unfall) führt zu einer geringen Freisetzung radioaktiver Stoffe, die zu keiner Überschreitung der tolerierten Dosen für die Bevölkerung führt. Ein solches Ereignis ist sowohl in einem KKW wie auch infolge eines Transportes radioaktiver Stoffe denkbar. Die Auswirkungen beschränken sich im wesentlichen auf das innere Betriebsareal eines KKWs oder die nahe Umgebung der Unfallstelle.

Ereignisse

1986 April. KKW Mühleberg (BE). Unkontrollierte Freisetzung radioaktiver Aerosole über die Kaminluft. Keine Gefährdung von Personen. Ca. 1 bis 2 km^2 so kontaminiert, dass zusätzliche Dosis heute noch 0.02 mSv/Jahr beträgt (Einschränkungen im Lebensmittelkonsum ab 1 mSv/Jahr). Die Dosislimite für die Bevölkerung wurde nicht überschritten.

1984 Bugey (Frankreich). Gestörte Eigenbedarfsversorgung im KKW: Beeinträchtigung von Sicherheitssystemen, interne Expositionen von Personen und Freisetzung von über einem Zehntel der erlaubten Jahreslimite.

KKW-Störfall Ereignisklasse 2

Szenario

Ein Auslegungsstörfall (Betriebsstörung, Zwischenfall oder Unfall) führt zu einer geringen Freisetzung radioaktiver Stoffe, die zu keiner Überschreitung der tolerierten Dosen für die Bevölkerung führt. Ein solches Ereignis ist sowohl in einem KKW wie auch infolge eines Transportes radioaktiver Stoffe denkbar. Die Auswirkungen beschränken sich im wesentlichen auf das unmittelbar angrenzende Betriebsareal eines KKWs oder die nahe Umgebung der Unfallstelle.

Ereignisse

1969 21.1. Lucens (CH). Kühlkanalblockade in ehemaligem Versuchsreaktor. Ca. 3'400 GBq (~ 90 Curie) an radioaktiven Edelgasen freigesetzt.

KKW-Störfall Ereignisklasse 3

Szenario

In einem KKW im nahen Ausland oder in Osteuropa ereignet sich ein schwerer Unfall (Kernschmelze), der von erheblichen Freisetzungen radioaktiver Stoffe begleitet wird. Die meteorologischen Verhältnisse bewirken eine Verfrachtung der radioaktiven Wolke über gewisse Teile der Schweiz hinweg. Während 2 - 4 Tagen werden erhöhte radioaktive Werte gemessen. Vereinzelte Niederschläge führen zur Ablagerung radioaktiver Stoffe. Die Bevölkerung wird angewiesen, sich vornehmlich in massiven Gebäuden aufzuhalten (= Evakuierte, als Schadenindikator definiert). Viele Personen

lassen sich nach dem Durchzug der Wolke auf ihre Verstrahlung hin untersuchen. Die Wolkenphase stellt allerdings keine akute Gefährdung der Bevölkerung dar. Akute Strahlenschäden sind höchstens in einem Umkreis von 4 - 5 Kilometer um das KKW möglich. In besonders betroffenen Regionen kann die Bodenkontamination Ausmasse annehmen, die eine land- oder fischereiwirtschaftliche Nutzung über Jahre nicht mehr gestattet. Vor allem in Milch, Pilzen und Fleisch werden erhöhte Aktivitäten festgestellt und verschiedene Produkte aus dem Markt genommen. Das Weidevieh muss an verschiedenen Orten eingestallt werden. Es wird allerdings keine Dekontamination verstrahlter Flächen in die Wege geleitet.

Ereignisse

1986 Tschernobyl, Ukraine (ehem. UdSSR). Schäden in der Schweiz: Keine akuten Strahlenschäden bei Personen. Die Ortsdosisleistung infolge der Bodenkontamination erreichte in einigen Regionen (Ostschweiz und Tessin) den 10-fachen Wert des natürlichen Untergrundes. Milch und Fleisch waren zum Teil nicht vernachlässigbar verstrahlt. Kleinkindern wurde der Konsum von Milch für einige Tage abgeraten. Das Weidevieh wurde in einigen Gebieten eingestallt. Auch das Trinken von Regenwasser wurde nicht empfohlen. Für den Luganersee (50 km^2 davon 30 km^2 auf CH Boden) wurde nach einiger Zeit ein Fischereiverbot erlassen.

KKW-Störfall Ereignisklasse 4

Szenario

In einem schweizerischen KKW ereignet sich ein schwerer Unfall (Kernschmelze). Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe aus dem Containment zur Zeit des Unfalls kann vorerst verhindert werden. Durch die gefilterte Drukkentlastung (= kontrollierte Freisetzung radioaktiver Aerosole) wird das gesamte Inventar an radioaktiven Edelgasen freigesetzt, jedoch verhindert, dass der Containment-Behälter unter dem ansteigenden Druck berstet und weiteres Kerninventar in die Umgebung freigesetzt wird. Die Druckentlastung kann gezielt, das heisst zu einem möglichst günstigem Zeitpunkt (Wetterlage, Nacht) vorgenommen werden, wird allerdings innerhalb von schätzungsweise 10 Stunden erfolgen. Die Freisetzungsdauer beträgt rund 2 Stunden. Einige Betriebsangestellte erleiden akute Strahlenschäden und müssen sofort medizinisch behandelt werden. Die Bevölkerung in der Zone I des KKWs sowie - entsprechend der herrschenden Wetterlage - die Betroffenen der Zone II können gezielt alarmiert und informiert werden. Sie werden angewiesen, sich in die Keller oder Schutzräume zu begeben. Dementsprechend ist mit einer sehr geringen Zahl akuter Strahlenschäden unter der Bevölkerung zu rechnen. Unter Umständen ist nach der Alarmierung mit Massenfluchtbewegungen, Verkehrszusammenbrüchen und Zusammenbruch des Kommunikationsnetzes zu rechnen. Nach dem Durchzug der Strahlungswolke (ca. 1 - 2 Tage) bleibt eine geringe Bodenkontamination zurück, die in nahegelegenen Regionen die land-, fisch- und forstwirtschaftliche Nutzung einschränken kann. Die Bodenphase wird

Dank der gefilterten Druckentlastung bezüglich der Ausbreitung, Strahlungsintensität und Dauer stark eingeschränkt. Einzelne nahegelegene Gebiete (Umkreis von maximal 1 - 2 Kilometer) müssen wegen der Bodenkontamination langfristig evakuiert werden (= Obdachlose). Viele Personen lassen sich nach dem Durchzug der Wolkenphase auf ihre Verstrahlung hin „vorsichtshalber" untersuchen. Sie werden in sogenannten, von den Behörden bezeichneten Triage-Spitälern untersucht. Einige müssen medizinisch behandelt werden, z.B. Zellersatz-Therapie. Der Sachschaden am KKW (Entsorgung, ...) kann eine dreistellige Millionenhöhe erreichen.

Ereignisse

1979 Three Mile Island (USA). Störfall mit Kernschmelzung. Freisetzung radioaktiver Gase. Schlechtes Notfallmanagement: 3'500 Evakuierte nach zwei Tagen, 200'000 Personen flüchteten selber, zum Teil in Panik. 1989 waren noch 2'000 Gerichtsverfahren hängig, die Schadenersatz wegen Krebsleiden, Fehlgeburten o.ä. fordern. Bis 1994 über 1 Mrd. US $ „Aufräumekosten".

1957 Windscale. Reaktorbrand (Graphit brannte). Mangelndes Notfallmanagement. Mindestens 1'000 km^2 Landwirtschaftsfläche kontaminiert. Keine Evakuationen unter erhöhten Strahlenwerten. Ca. (6-7)×10^14 Bq Iod-131 + ca. 1.5×10^15 Bq Edelgase freigesetzt. Viele geschädigte Personen verlangten Entschädigung.

KKW-Störfall Ereignisklasse 5

Szenario

Infolge eines schweren Störfallereignisses in einem schweizerischen KKW werden 100 % der Edelgase und ein Teil des übrigen Kerninventars freigesetzt. Die wesentlichste Aktivitätsfreisetzung beginnt rund vier Stunden nach Unfallbeginn und dauert 1 - 2 Tage. Die Zonen I und II um das KKW werden alarmiert und die Bevölkerung angewiesen, sich in die Keller oder Schutzräume zu begeben (= Evakuierte). Dementsprechend ist mit einer relativ geringen Zahl akuter Strahlenschäden unter der Bevölkerung zu rechnen. Unter Umständen ist nach der Alarmierung mit Massenfluchtbewegungen, Verkehrszusammenbrüchen und Zusammenbruch des Kommunikationsnetzes zu rechnen. Nach dem Durchzug der Aktivitätswolke (nach ca. 2 Tagen) bleibt in nahegelegenen Regionen (Umkreis von ca. 100 Kilometer) eine Bodenkontamination zurück, welche die land-, fisch- und forstwirtschaftliche Nutzung über Jahrzehnte verhindert. Auch Grundwasserträger, Seen und Flüsse in den kontaminierten Gebieten sind verstrahlt. Zum Teil müssen neue Trinkwasserquellen erschlossen werden. In weiten Teilen des Mittellandes sind riesige Trinkwasserhaltungs- und Dekontaminationsanstrengungen nötig. Einzelne Gebiete (ca. 20 km^2) sind so stark verstrahlt, dass die Bevölkerung langfristig evakuiert werden muss (= Obdachlose), das heisst, die externe Bestrahlung und die Inhalationsdosis betragen über 0.5 Sv pro Jahr. Eine grosse Anzahl Personen wollen sich nach dem Durchzug der radioaktiven Wolken in den von den Behörden bezeichneten Triage-Spitälern untersuchen lassen (=Verletzte). Davon werden rund

5 % zu weiteren Untersuchungen an- oder eingewiesen. Die Sachschäden im KKW selber können auf eine einstellige Milliardenhöhe geschätzt werden. Die Prosperität der Wirtschaft ist stark beeinträchtigt. Es können sich grosse Versorgungsengpässe einstellen.

Das Rahmenszenario repräsentiert das HSK Referenzszenario. Hierfür existiert kein direkt vergleichbares Ereignis. Zur Veranschaulichung wird Tschernobyl (1986) aufgelistet, obwohl dieses Ereignis vom Hergang nicht mit dem Referenzszenario der HSK vergleichbar und vom Ausmass her etwa um einen Faktor 100 grösser ist.

Ereignisse

1986 Tschernobyl, Ukraine (ehem. UdSSR). Nicht mit schweizerischen KKWs vergleichbar. Fahrlässiges Experiment: Explosionen schleudern 13 Tonnen Kernbrennstoff nach aussen. Schätzungsweise 50 Mio. Curie freigesetzt (ohne Edelgase). 31 akute Todesopfer, 203 akute Strahlenopfer, 135'000 Evakuierte, rund 1 Mio. Personen medizinisch untersucht, davon an 700'000 Labortests und 32'000 Personen als Patienten weiter behandelt. 5.4 Mio. Personen mit Jodprophylaxe behandelt [KRÖGER et al. 1989]. Schätzungen der UNO gehen von weltweit 30'000 Langzeit-Todesopfern aus.

17.4 Literatur KKW-Störfall

Baggenstos M., Graf H., Huber O., Loosli H. H., Zeller W. Radioaktivität und Strahlenschutz. Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern, Dezember 1990.

Brogli R., Kröger W. Sicherheit der osteuropäischen Reaktoren: Was kann oder muss aus Schweizer Sicht getan werden? Zusammenstellung von Informationen zuhanden der SATW. In: SATW Bulletin 3/93.

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK). Gutachten zum Gesuch um Erteilung der unbefristeten Betriebsbewilligung für das Kernkraftwerk Beznau II. 2 Bände. Würenlingen, April 1994.

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK). Gutachten zum Gesuch um unbefristete Betriebsbewilligung und Leistungserhöhung für das Kernkraftwerk Mühleberg. Würenlingen, Oktober 1991 a.

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK). Notfallschutzplanung für die Umgebung von Kernkraftwerken - Konzept des Bundes für die Akutphase eines Kernkraftwerkunfalls. Würenlingen 1991 b.

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK). Störfallmanagement bei den Schweizer Behörden. Kursreferat, SVA_Vertiefungskurs Störfallmanagement in Kernkraftwerken, 19. - 21. April 1989 in Brugg-Windisch. Würenlingen, 1989.

Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK). Fachbehelf bei Gefährdung durch Radioaktivität für Gemeinden der Zonen 1 und 2 um KKW. Würenlingen, 1987.

Daetwyler J.-J. Sicherere Kernkraftwerke nach dem Jahr 2000? - „Evolutionäre" und „revolutionäre" Konzepte. In: NZZ, 15.1.93.

Deutsch-Schweizerische Kommission für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen (DSK). Notfallschutzmassnahmen in der Umgebung der Kernkraftwerke Beznau und Leibstadt. Arbeitsgruppe „Notfallschutz", DSK-Bericht Nr. 92/1, Zug 1992.

Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR). Über die Auswirkungen des Reaktorunfalles in Tschernobyl auf die Bevölkerung in der Schweiz. Würenlingen 1986.

Eidgenössische Kommission für AC-Schutz (KOMAC), Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA), Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), Nationale Alarmzentrale (NAZ). Konzept für den Notfallschutz in der Umgebung der Kernkraftwerke. Bern, März 1998

Fritzsche A.F. Ausstieg aus der Kernenergie? Gesundheitsrisiken gemäss Energieszenarien der EGES. In: Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 23, 1989.

Fuchs H. Kernkraftwerke: Weiterentwicklung - Stand der Auslegung und Sicherheitsphilosophie. In: Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 47, 19. November 1992.

Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS). Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke Phase B. Eine zusammenfassende Darstellung. Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH, Köln Juni 1989.

Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK). Nuklearer Notfallschutz auf der Basis des HSK-Referenzquellterms für potentielle schwere KKW-Unfälle in der Schweiz. Villigen, Dezember 1994.

Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK). Ziele für den Schutz von Personen vor ionisierender Strahlung im Bereich von Kernkraftwerken. Richtlinie R-11 für schweizerische Kernanlagen. Villigen Mai 1980. Nachdruck Januar 1993.

Hauptmanns U., Herttrich M., Werner W. Technische Risiken - Ermittlung und Beurteilung. Springer Verlag 1987.

ICRP-60, Smith H. (Hrsg.). 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. International Commission on Radiological Protection (ICRP), November 1990.

Isaak H.P. Risiken der friedlichen Kernenergienutzung. Vortrag zur Risikoanalyse. Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Villigen August 1993.

Isaak H.P., Cazzoli E.G. Parameterstudie: Einfluss der gefilterten Druckentlastung auf die KKM- und KKB-Quellterme. Notfallschutz. Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Villigen März 1993.

Khatib-Rahbar M., Cazzoli E.G., Kuritzky A.S., Esmaili H., Isaak H.P., Schmoker U. A Regulatory Evaluation of the Mühleberg Probabilistic Safety Assessment, Part II: Level 2. Final Report. Energy Research, Inc. Rockville, Maryland USA, October 1993.

Kröger W., Chakraborty S. Risikobestimmung - Eine Bestandesaufnahme der Methodik für Kernkraftwerke. In: Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 37, September 1990.

Kröger W., Chakraborty S. Tschernobyl und weltweite Konsequenzen. Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln 1989.

Nuclear Energy Agency, Commission of the European Communities. Probabilistic Accident Consequence Assessment Codes. Second International Comparison. Overview Report. Paris 1994.

Prêtre S. Die neuen ICRP-Empfehlungen. Skriptum eines Vortrages. Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Villigen 1993.

Smets H. Tchernobyl: le droit devant le risque nucleaire - le risque nucleaire dans les societes industrielles. Colloque droit nucleaire. Pantheon - Sorbonne, Université de Paris 1987.

Stoll E., Isaak H.P., Prêtre S. Planungsgrundlagen für die medizinische Behandlung von Personen mit akuten Strahlenschäden nach einem schweren Kernkraftwerkunfall. Medizinischer Notfallschutz. Villigen, März 1993.

Die wichtigsten Gesetze und Verordnungen

Strahlenschutzgesetz (StSG) vom 22. März 1991 (Stand 1. Oktober 1994)

Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 22. Juni 1994

Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR) vom 26. Juni 1991 (Stand 1. Januar 1993)

Verordnung über die Versorgung der Bevölkerung mit Jodtabletten vom 1. Juli 1992

Ordnung für die internationale und schweizerische Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID/RSD) vom 1.1.1993 (Klasse 7)

HSK-Richtlinien

18 Sportunfall

18.1 Abgrenzung

Berücksichtigte Unfälle

Zu den Sportunfällen werden alle Unfälle bei Ballspielen, Bergsport, Flugsport, Kampfsport, Kugel-, Wurf- und Schlagspiele, Turnen, Wassersport, Wintersport und andere wie Radfahren, Pferdesport, Rennsport mit Motorfahrzeugen gezählt (Details siehe bfu, Unfallgeschehen in der Schweiz, Statistik 2002).

18.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Personen- und Sachschäden

Sportunfälle verursachen in erster Linie Personenschäden. Die Personenschäden können in Form von Todesopfern und Verletzten auftreten.

grosse Schadenpotentiale

Die Höhe des Schadenausmasses hängt von der Anzahl involvierter Personen ab. Sehr viele Personen können bei einem Unfall bei einer sportlichen Massenveranstaltung gefährdet sein (Fussballstadion, Flugschau usw.).

Personenschäden in der Schweiz

In der Schweiz verunfallen jährlich rund 280'000 Personen beim Sport. Dabei sind rund 130 Todesopfer zu beklagen. Die Zahl der Verletzten nimmt seit 1997 tendenziell ab.

18.3 Typische Sportunfälle pro Ereignisklasse

Sportunfälle Ereignisklasse 1

Szenario

Ein Person verletzt sich schwer bei Sport oder Spiel.

Sportunfälle Ereignisklasse 2

Keine Ereignisse denkbar.

Sportunfälle Ereignisklasse 3 - 5

Keine Ereignisse denkbar.

18.4 Literatur Sportunfälle

Bfu. Unfallgeschehen in der Schweiz, Statistik 2002, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu, bpa, upi), Bern 2002.

Statistisches Jahrbuch der Schweiz, 2002

19 Haus- und Freizeitunfall

19.1 Abgrenzung

Berücksichtigte Unfälle

Zu den Haus- und Freizeitunfällen gehören alle Unfälle bei Aufenthalt in Häusern, bei Nebenbeschäftigungen (z.B. Hobbys) und bei Ausgehen oder Volksfesten, Versammlungen und Vergnügungsparks (Details siehe bfu, Unfallgeschehen in der Schweiz, Statistik 2002).

19.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Personen- und Sachschäden

Haushalts- und Freizeitunfälle verursachen in erster Linie Personenschäden. Die Personenschäden können in Form von Todesopfern und Verletzten auftreten.

grosse Schadenpotentiale

Die Höhe des Schadenausmasses hängt von der Anzahl involvierter Personen ab. Sehr viele Personen können bei einem Unfall bei einer Massenveranstaltung gefährdet sein (Volksfeste, Vergnügungspark usw..).

Personenschäden in der Schweiz

In der Schweiz verunfallen jährlich rund 565'000 Personen bei Tätigkeiten im Haus oder in der Freizeit. Dabei sind rund 1000 Todesopfer zu beklagen.

19.3 Typische Haus- und Freizeitunfälle pro Ereignisklasse

Haus- und Freizeitunfälle Ereignisklasse 1

Szenario

Eine Person verletzt sich bei einer Tätigkeit im Haus oder in der Freizeit schwer.

Haus- und Freizeitunfälle Ereignisklasse 2

Keine Ereignisse denkbar.

Haus- und Freizeitunfälle Ereignisklasse 3 - 5

Keine Ereignisse denkbar.

19.4 Literatur Haus- und Freizeitunfälle

Bfu. Unfallgeschehen in der Schweiz, Statistik 2002, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu, bpa, upi), Bern 2002.

Statistisches Jahrbuch der Schweiz, 2002

20 Berufsunfall

20.1 Abgrenzung

Berücksichtigte Unfälle

Alle Unfälle, bei denen Personen während der Arbeitszeit (inkl. Pausen) verletzt oder getötet werden.

20.2 Beschreibung des Schadenausmasses

Personen- und Sachschäden

Berufsunfälle verursachen in erster Linie Personenschäden. Die Personenschäden können in Form von Todesopfern und Verletzten auftreten.

grosse Schadenpotentiale

Die Höhe des Schadenausmasses hängt von der Anzahl involvierter Personen ab. Sehr viele Personen können bei einem Unfall in einem Grossbetrieb gefährdet sein.

Personenschäden in der Schweiz

In der Schweiz verunfallen jährlich rund 275'000 Personen bei Tätigkeiten an der Arbeit, davon 15'000 auf der Strasse.

20.3 Typische Berufsunfälle pro Ereignisklasse

Berufsunfälle Ereignisklasse 1

Szenario

Eine Person verletzt sich während der Arbeit schwer.

Ereignisse

In der Schweiz verunfallen jährlich rund 275'000 Personen bei Tätigkeiten an der Arbeit. Davon gehören rund 15'000 zu Strassenverkehrsunfälle.

Berufsunfälle Ereignisklasse 2

Keine Ereignisse denkbar.

Berufsunfällle Ereignisklasse 3 - 5

Keine Ereignisse denkbar.

20.4 Literatur Berufsunfälle

Bfu. Unfallgeschehen in der Schweiz, Statistik 2002, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu, bpa, upi), Bern 2002.

Statistisches Jahrbuch der Schweiz, 2002

21 Migration

21.1 Abgrenzung

Wanderungsbewegungen von Individuen, Gruppen oder Gesellschaften

Unter Migration versteht man Wanderbewegungen von Individuen, Gruppen oder Gesellschaften. Migration führt als grenzüberschreitende räumliche Mobilität zu einer langfristigen oder endgültigen Wohnsitzverlagerung. Man unterscheidet intraregionale (z.B. Land-Stadt), interregionale und internationale Wanderbewegungen. Die wichtigsten Ursachen des zunehmenden Einwanderungsdrucks nach Westeuropa aus Osteuropa, Arabien und Nordafrika liegen in folgenden Entwicklungen (STRAUBHAAR 1991):

Politische Ursachen

Politische Ursachen wie

- Instabile Strukturen (Auseinanderbrechen von Nationalstaaten)
- Ideologische Machtkämpfe
- Religiöse Auseinandersetzungen
- Ethnische Minoritätenkonflikte

Demographische Prozesse

Demographische Prozesse wie

- Starkes Bevölkerungswachstum
- Hohe Besiedlungsdichte urbaner Gebiete (Verstädterung)

Ökonomische Probleme

Ökonomische Probleme wie

- Massenarmut
- Verschärfte Verschuldung
- Wachstumsschere (Reiche werden reicher, Arme ärmer)

Ökologische Effekte

Ökologische Effekte

- Folgen eines ansteigenden Meeresspiegels
- Zerstörung des Umweltgleichgewichts (Wasser, Luft, Boden)
- Fortschreitende Wüstenbildung

Charakter der Wanderung, Zusammensetzung der Personengruppe

Je nach Ursache verändert sich der Charakter der Wanderung und die Zusammensetzung der Personengruppe, welche Zuflucht suchen. In der Realität wird eine eindeutige Zuordnung kaum möglich sein, meist besteht eine Interaktion zwischen verschiedenen Ursachen.

drei Kategorien schutzsuchender Ausländer

In der Schweiz lassen sich im wesentlichen drei Kategorien schutzsuchender Ausländer unterscheiden (Asylgesetz):

Flüchtlinge

Flüchtlinge: „Flüchtling" ist ein gesetzlicher Begriff, der mit dem völkerrechtlichen Begriff weitgehend übereinstimmt. Gemäss Artikel 3 des Asylgesetzes sind Flüchtlinge „Ausländer, die in ihrem Heimatstaat oder im Land, wo sie zuletzt wohnten, wegen ihrer Rasse, Religion, Nationalität, Zugehörigkeit zu einer bestimmten sozialen Gruppe oder wegen ihrer politischen Anschauung ernsthaften Nachteilen ausgesetzt sind oder begründete Furcht haben, solchen Nachteilen ausgesetzt zu werden." Flüchtlingen wird auf ein Gesuch hin Asyl gewährt. Sie erhalten eine Arbeitsbewilligung.

Schutzsuchende Ausländer, die vor kriegerischen Ereignissen oder Naturkatastrophen fliehen

Schutzsuchende Ausländer, die vor kriegerischen Ereignissen oder Naturkatastrophen fliehen[29]: Es handelt sich dabei um Personen, welche die Flüchtlingseigenschaften im Sinne des Asylgesetzes nicht erfüllen, die aber dennoch vorläufig aufgenommen werden. Die sogenannte „vorläufige Aufnahme" wird verfügt, wenn der Vollzug der Wegweisung nicht möglich, nicht zulässig oder nicht zumutbar ist (z.B. bei Ausländern aus akuten Kriegsgebieten). Diese Regelung kann beispielsweise auf ehemalige Asylbewerber angewandt werden, deren Asylgesuch abgelehnt worden ist. Aber auch ganze Personenkollektive können im Rahmen einer Sonderaktion des Bundesrates vorläufig aufgenommen werden, auch wenn sie kein Asylverfahren durchlaufen haben[30]. Mit der vorläufigen Aufnahme wird die weitere Anwesenheit des Ausländers in der Schweiz trotz fehlender fremdenpolizeilicher Bewilligung vorübergehend gesetzmässig geregelt. Sobald der Vollzug der Wegweisung durchgeführt werden kann, wird die vorläufige Aufnahme aufgehoben. Im Hinblick auf die Unterbringung, Betreuung und Fürsorge wird ein Gewaltflüchtling wie ein Asylbewerber behandelt (vgl. unten).

Schutzsuchende Ausländer, die aus wirtschaftlichen und persönlichen Gründen fliehen

Schutzsuchende Ausländer, die aus wirtschaftlichen und persönlichen Gründen fliehen („Wirtschaftsflüchtlinge"): Diesen schutzsuchenden Ausländern wird kein Asyl gewährt.

Asylgesetz

Die Stellung eines Asylbewerbers ist wie folgt geregelt (Asylgesetz):

- Er darf sich in der Regel bis zum Abschluss des Verfahrens in der Schweiz aufhalten.
- Kann der Asylbewerber seinen Unterhalt nicht aus eigenen Mitteln bestreiten und müssen nicht Dritte für ihn aufkommen, wird er von der Fürsorge unterstützt.

29) „Gewaltflüchtlinge", „Kriegsflüchtlinge", „Defacto-Flüchtlinge"):
30) z.B. Sonderaktion „schutzsuchende Ausländer BRB Ex-Jugoslawien 1992, 1993.

- Für die ersten drei Monate des Aufenthaltes gilt ein allgemeines Arbeitsverbot.

21.2 Typische Migrationsereignisse pro Ereignisklasse

Migration Ereignisklasse 1

Szenario Es erfolgt eine kontinuierlich und relativ konstante Migration in die Schweiz. Es handelt sich nicht um Massenwanderungen, sondern um einzelne Personen oder um kleine Gruppen, die ein Asylgesuch stellen. Die Asylbewerber stammen von verschiedenen Ländern aus Mittel- und Osteuropa, Afrika und Asien. Die Motive ihrer Auswanderung sind politischer, vor allem aber auch wirtschaftlicher Natur. Der Zustrom der Migranten umfasst 3'000 bis 5'000 Personen pro Monat. Ein grosser Teil der Gesuchsteller wird im Rahmen des ordentlichen Asylverfahrens innerhalb eines Monats weg gewiesen. Der Rest wird in Aufnahmezentren untergebracht und betreut. Kurzfristig gibt es bei der Infrastruktur und beim Personal Engpässe, die aber schnell behoben werden können.

Ereignisse 1991 Durchschnittlich 3'500 Asylbewerber pro Monat in der Schweiz

Migration Ereignisklasse 2

Szenario Der Ausbruch eines regional begrenzten Nationalitätenkonfliktes in Mittel- oder Osteuropa führt zu einem starken Migrationsstrom nach Westeuropa. Tausende von Menschen flüchten, weil in ihrem Heimatland Bürgerkrieg herrscht, die Zivilbevölkerung unter Gewalttaten leidet und die Versorgung mit Lebensmitteln zusammengebrochen ist. Pro Woche suchen zwischen 500 und 2'000 Personen Schutz in der Schweiz. Das ordentliche Asylverfahren ist dem Ansturm nicht gewachsen; die Aufnahmestellen sind überlastet. Zum Teil reisen die Flüchtenden über die Grenze in die Schweiz ein und werden von den Behörden der Grenzkantone aufgegriffen. Aufgrund der Kriegssituation in ihrem Heimatland werden die meisten schutzsuchenden Ausländer als sogenannte Gewaltflüchtlinge vorläufig aufgenommen. Für die Unterbringung und Betreuung braucht es zusätzliche Einrichtungen und zusätzliches Personal. Die Akzeptanz der Schweizer Bevölkerung gegenüber den Schutzsuchenden ist relativ gross. Es kommt kaum zu fremdenfeindlichen Stimmungen. Die Flüchtlinge können innerhalb von ein paar Monaten in ihre Heimat zurückkehren, nachdem sich dort die Lage normalisiert hat.

Ereignisse 1991 Jugoslawien-Konflikt. 1991 bis April 1994 stellten 42'118 Personen aus Jugoslawien oder Ex-Jugoslawien ein Asylgesuch in der Schweiz (ohne Sonderprogramme); 1992 bis April 1994 wurden bis Ende

Juli im Rahmen von Sonderaktionen rund 16'000 Kriegsvertriebene aus Ex-Jugoslawien als Flüchtlinge anerkannt, bzw. vorläufig aufgenommen. Bis Ende 1993 belief sich die Zahl der Personen aus Ex-Jugoslawien, die infolge des Bürgerkriegs in die Schweiz gekommen oder aus denselben Gründen nicht mehr in ihre Heimat zurückkehren können, auf 70'0000 bis 75'000.

1968 Prager-Frühling. In den Jahren 1968 und 1969 stellten 10'482 Personen aus der (damaligen) Tschechoslowakei ein Asylgesuch in der Schweiz.

Div. Ab Mitte der 1950er Jahre kam es zu verschiedenen Aufnahmeaktionen: 1956 Ungarn, 1963 Tibeter, 1968/69 Tschechoslowaken, 1972 Inder aus Uganda, 1979-1982 Flüchtlinge aus Südostasien, 1982 Polen. [KAELIN 2001]

Migration Ereignisklasse 3

Szenario

In einem ausländischen Staat (Osteuropa bis Afrika) wird das Staatsoberhaupt in einem Staatsstreich entmachtet. Die Ordnungstruppen erhalten ihre Löhne nicht mehr und verweigern in der Folge die Arbeit. Machtkämpfe brechen aus, die fundamentalistischen Kräfte erhalten Auftrieb. Der Funke springt auf die Bevölkerung über, und es kommt zu einem Bürgerkrieg, bei dem die islamischen Fundamentalisten die Macht übernehmen. Tausende verlassen das Land. Die Ereignisse schwappen auf die angrenzenden Staaten über, es entsteht ein eigentlicher „Flächenbrand", der zu einem massiven Migrationsstrom nach Westeuropa führt. Einzelne europäische Staaten verweigern die Aufnahme weiterer schutzsuchender Ausländer. Die Schweiz kann die Wegweisung im Rahmen des ordentlichen Asylverfahrens aus politischen und humanitären Gründen kaum mehr durchführen. Sie wird gezwungen, innert kurzer Zeit 150'000 bis 200'000 Flüchtlinge für mehrere Monate vorläufig aufzunehmen. An den Grenzübergängen kommt es zu Staus, einige Grenzkantone werden von den Flüchtlingen überflutet. Pro Tag reisen zwischen 300 und 700 Personen in die Schweiz ein, die meisten davon illegal. In der Schweizer Bevölkerung machen sich Angst und Unmut breit; es kommt zu gewalttätigen Ausschreitungen gegen Ausländer. Unter den Ausländern selbst finden politische Auseinandersetzungen statt. Beides hat mehrere Verletzte und Todesopfer sowie Sachschäden zur Folge. Die zivile Infrastruktur zur Unterbringung und Betreuung ist ausgeschöpft. Sozial- und Gesundheitswesen sind während mehrerer Monate stark belastet.

-1945 während des 2. Weltkrieges fanden im Zusammenhang mit den grossen Fluchtbewegungen[31] rund 300'000 Ausländer vorübergehend Schutz in der Schweiz [KAELIN 2001].

Migration Ereignisklasse 4

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

Migration Ereignisklasse 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

21.3 Literatur Migration

Asylgesetz, 5. Oktober 1979, SR 142.31.

Asylverordnung, 25. November 1987, SR 142.311.

Bundesamt für Flüchtlinge. Asylstatistik 1990 - April 1994, 1991-1994.

Bundesamt für Flüchtlinge. Betreuung von schutzsuchenden Ausländern in ausserordentlichen Lagen: Planungsbehelf, Bern, 1992.

Bundesamt für Flüchtlinge. Betreuung von schutzsuchenden Ausländern in ausserordentlichen Lagen: Einsatzbehelf, Bern, 1992.

Bundesgesetz über Aufnahme und Niederlassung der Ausländer, 26. März 1931, SR 142.20.

Geissler C. Neue Völkerwanderungen in Europa, in: Europa Archiv 47/19 (1992).

Hauser, J.A. Ökonomische und ökologische Faktoren des weltweiten Bevölkerungswachstums: Hintergrund zur dritten Uno-Weltbevölkerungskonferenz, in: NZZ, 3./4.9.1994.

Kälin, W. Asyl. http://www.snl.ch/dhs/externe/protect/textes/D10374.html (2001).

31) Zusammenbruch Frankreichs 1940, Kapitulation Italiens 1943, Errichtung der zweiten Front in Frankreich 1944, Ende des Dritten Reichs 1945

Ogata, S. Plädoyer für eine umfassende europäische Flüchtlingspolitik, in: Europa Archiv 49/15 (1994).

Straubhaar, Th. Sicherheitspolitische Aspekte der internationalen Migration, Bern, 1991.

United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR). The State of the World's Refugees: The Challenge of Protection, New Vork 1993.

22 Epidemie

22.1 Abgrenzung

Definition und Charakterisierung

Die WHO (World Health Organization) definiert Epidemien als „the occurence of a number of cases of a disease, known or suspected to be of infectious or parasitic origin, that is unusually large or unexpected for the given place and time." [WORLD DISASTER REPORT 1993]. Epidemien werden durch ein gehäuftes, aber zeitlich und räumlich begrenztes Auftreten einer Infektionskrankheit[32)] charakterisiert. Ihre Häufigkeit ist grösser als die von Endemien (Definition siehe unten).

zeitliche und räumliche Ausdehnung ist sehr unterschiedlich

Der Begriff „Epidemie" lässt sich nicht präzis definieren, da die Anzahl der Erkrankten sowie die zeitliche und räumliche Ausdehnung sehr unterschiedlich sein können[33)].

Endemie

Zudem ist auch der Übergang von einer Endemie - Infektion, von der regelmässig ein Teil der Bevölkerung in einem umschriebenen Gebiet betroffen ist - zu einem epidemischen Krankheitsverlauf nicht klar definiert.

Nicht berücksichtigt werden ...

Biologische Kampfstoffe oder Waffen (lebende Mikroorganismen oder daraus gewonnene infektiöse Stoffe), welche in feindlicher Absicht eingesetzt werden, um Krankheit oder Tod bei Mensch, Tier und Pflanzen zu verursachen, werden hier nicht berücksichtigt. Ebenso werden Epidemien und Seuchen als Folgeerscheinungen von katastrophalen Ereignissen (Erdbeben, Hochwasser, etc.) nicht behandelt. Diese sekundären Auswirkungen sind Bestandteil der jeweiligen Schadenbilder und werden dort berücksichtigt.

32) Infektionskrankheiten sind übertragbare Krankheiten, die durch Mikroorganismen wie beispielsweise Viren, Bakterien, oder Protozoen verursacht werden. Zweit- und Mischinfektionen können auftreten (z.B. bakteriell verursachte Lungenentzündungen bei Virusgrippe). Wenn der Erreger von Mensch zu Mensch übertragen wird, spricht man von Anthroponose (Masern, Typhus), bei Übertragungen von Tier zu Tier von Zoonosen. Diese sind für den Menschen dann wichtig, wenn er von einem kranken Tier angesteckt wird (Tollwut). Infektionskrankheiten, bei denen die Infektketten zwischen Mensch und Tier hin und her gehen können, nennt man Anthropozoonosen. Häufig werden die Erreger von einem bestimmten Zwischenwirt (Vektor) weitergetragen (Laus beim Fleckfieber, Anopheles-Mücke bei Malaria) [DER GESUNDHEITS-BROCKHAUS 1990].

33) Je nach Infektionskrankheit werden bereits 5-10 Erkrankte als Ausdruck einer „Kleinepidemie" bezeichnet (Typhus), während man bei Grippe erst bei einer grösseren Anzahl von Betroffenen von einer Epidemie spricht. Die zeitliche Begrenzung kann sich von wenigen Tagen bis zu einigen Jahren erstrecken und die räumliche Begrenzung der Epidemie ist ebenso breit streuend. So können die Bewohner eines Hauses, die Einwohner innerhalb eines Verbraucherbereiches für Nahrungsmittel und Wasser oder die Bevölkerung ganzer Länder wie bei Influenza-Epidemien erkranken.

22.2 Übersicht über die Infektionskrankheiten in der Schweiz:

Änderung des Spektrum der Infektionskrankheiten

Innerhalb der letzten Jahre hat sich das Spektrum der Infektionskrankheiten geändert. Eine Diagnose-Liste von früher würde Krankheiten beinhalten, die heute ausgestorben sind. Andererseits bedrohen neue Krankheiten, die früher unbekannt waren, das Gleichgewicht zwischen dem Menschen und seiner Umwelt.

Die folgende Liste über die Infektionskrankheiten in der Schweiz vermittelt einen Überblick über die gegenwärtige Situation [EPIDEMIO.LOGIE, BAG].

Beherrschte Krankheit: **Pocken**

Die Pocken sind die einzige Infektionskrankheit, die als ausgestorben gelten kann. Der letzte Krankheitsfall weltweit war 1978. Seit der Entdeckung des Impfstoffes sind somit 181 Jahre bis zur Ausrottung verstrichen. Der letzte Fall in der Schweiz trat 1961 (4 Fälle seit 1933) auf. Aber erst 1980 wurde die Krankheit offiziell als ausgestorben erklärt.

Beherrschte Krankheit: **Tollwut**

Die Tollwut beim Menschen ist in der Schweiz seit 1977 nicht mehr aufgetreten.

Beherrschte Krankheit: **Poliomyelitis**

Die Poliomyelitis (Kinderlähmung) trat endemisch oder epidemisch bis in die 50er Jahre auf. Seit der Einführung des Impfstoffs Salk und des Impfstoffs Sabin ist dies Krankheit beinahe verschwunden. Weltweit gesehen ist die Poliomyelitis der nächste Kandidat für die Ausrottung.

Beherrschte Krankheit: **Diphterie**

Die Diphterie ist innerhalb der letzten Jahrzehnte wieder vermehrt aufgetreten. Sowohl die Impfung als auch die weltweiten Erkenntnisse über die Erreger haben nicht den erhofften Erfolg bezüglich Ausrottung gebracht. Die letzten typischen Diphterie-Fälle traten in der Schweiz 1983 auf. Die seit 1992 neu aufgetretene Epidemie in den GUS-Staaten zeigt, wie wichtig eine systematische Durchimpfung ist.

Infektionskrankheiten haben die Schweiz oft deutlich geprägt

Die obengenannten Infektionskrankheiten haben die Schweiz oft deutlich geprägt. Allen gemeinsam ist eine Impfstoffentwicklung und die Entwicklung und Durchführung von Impfprogrammen, die in ihrer Wichtigkeit oft unterschätzt wurden. Die in Europa neu aufgetretenen Fälle von Poliomyelitis und Diphtherie zeigen wie wichtig eine genaue und gut kontrollierte Überwachung dieser Krankheiten bzw. Impfung immer noch ist.

Vielleicht einmal beherrschbare Krankheit: **Starrkrampf**

Starrkrampf. Mit dem Beginn der systematischen Impfung kurz nach dem Zweiten Weltkrieg (1947) haben sich die Fälle in der Schweiz auf ca. 60 pro Jahr reduziert (meistens Frauen über 40).

Vielleicht einmal beherrschbare Krankheit: **Tuberkulose**

Die Tuberkulose hat seit der Einführung der Antibiotika deutlich abgenommen. Dennoch ist man weit davon entfernt diese Krankheit eliminieren zu können. Die Inzidenz stagniert mehr oder weniger bei 1000 Fällen pro Jahr, wobei ca. die Hälfte der Fälle importiert sind (ausländische Arbeiter, Einwanderer). In der Schweiz sind ca. die Hälfte der Kranken über 60 Jahre alt. Weil die Prävalenz der Tuberkulose bezüglich dieser Altersklasse sehr schwach bleibt, scheint es, dass die zur Zeit bestehende HIV-Epidemie die gesamtschweizerische Situation bezüglich Tbc nur geringfügig beeinflusst.

Vielleicht einmal beherrschbare Krankheit: **Influenza**

Die Influenza ist dauernden punktuellen Antigenvariationen oder gefürchteten genetischen Rekombinationen unterworfen. Diese genetische Instabilität resultiert jährlich in einer gewissen Spannung. Dank verschiedensten Transportmöglichkeiten ist die Verbreitung des Virus auf beiden Hemisphären stets rasch und bedingt somit eine permanente weltweite Überwachung. Zwei wichtige Situationen müssen stets befürchtet werden: Erstens das Auftauchen eines neuen rekombinanten Virus, was bei den fürchterlichen Grippe-Pandemie in Spanien (1918), in Asien (1957) und in Russland (1968) der Fall war und zweitens ein Misserfolg des jährlich neu zusammengesetzten Impfstoffes. Die Zusammensetzung des Grippe-Impfstoffes wird jedes Jahr anhand der drei am häufigsten aufgetretenen Influenza-Viren der letzten Grippe-Saison neu zusammengestellt. Damit hofft man, die entsprechenden Viren erfassen zu können. Seit ca. 10 Jahren ist nun eine deutliche Abnahme der Influenza in Europa zu verzeichnen.

Vielleicht einmal beherrschbare Krankheit: **Hepatitis B**

Die Hepatitis B ist verantwortlich für einige hundert neu auftretende Leberinfektionen pro Jahr. Übertragen wird diese Krankheit durch Blut und Körperflüssigkeit. Durch Bluttransfusion übertragene Hepatitis B gehört heute aufgrund der Blutteste der Vergangenheit an. Es bleiben somit noch zwei Übertragungsmöglichkeiten, diejenige auf sexuellem Weg, der mit dem Gebrauch von sicheren Präservativen vorgebeugt werden kann und diejenige aufgrund von Austausch von infizierten Spritzen und Nadeln bei Drogenabhängigen.

wirksam Prävention und effiziente Behandlung

Bei allen Infektionskrankheiten beruht der deutliche Erfolg ihrer Bekämpfung auf einer wirksam Prävention und einer effizienten Behandlung. Es bleiben logistische Hindernisse, beispielsweise die genetische Variabilität (Influenza), der Zugang zu den betroffenen Personen (Tuberkulose) und die Verhaltensweise der Leute (Hepatitis B), um diese Krankheiten unter Kontrolle bringen zu können.

Nicht beherrschbare Krankheiten: **Salmonellen und Campylobacter**

Die Infektionen des Verdauungstraktes haben verschiedenste Ursachen. Salmonellen und Campylobacter sind in der Schweiz die häufigsten Erreger. Das Auftreten von S. enteritidis hat sich während der Zeit von 1984 (500 Fälle) bis 1992 (5000 Fälle) verzehnfacht. Die effektive Inzidenz liegt wahrscheinlich 10mal höher. Da diese Salmonellenart hauptsächlich bei Vögeln vorkommt und auch durch Eier übertragen werden kann, beschäf

tigt die Kontrolle dieses Erregers sowohl Human- wie auch Veterinärmediziner.

Campylobacter werden gewöhnlich mit dem Genuss von ungekochter Milch oder von kontaminiertem Wasser übertragen. Annähernd die Hälfte der in der Schweiz auftretenden Fälle sind importiert. 1992 wurden mehr als 4000 Fälle von Campylobacter-Infektionen gezählt.

Präventivmassnahmen bezüglich Nahrungsmittelhygiene und fäkaler Hygiene

Die Präventivmassnahmen, die bezüglich Nahrungsmittelhygiene und fäkaler Hygiene getroffen werden können, sind für obengenannte Krankheiten noch zu wenig spezifisch, als dass in absehbarer Zeit eine Kontrolle dieser Infektionen erreicht werden könnte. Strenge Hygienevorschriften bei der Herstellung von Mahlzeiten, aber auch das genügende Kochen von tierischen Produkten (Geflügel, Eier, Milch) sind nach wie vor als Prävention unumgänglich.

Nicht beherrschbare Krankheiten: **Meningitis**

Die durch Meningokokken hervorgerufene Meningitis (Hirnhautentzündung) ist in der Schweiz nicht sehr häufig, ihr Auftreten jedoch unvorhersehbar. Ca. 100 Fälle pro Jahr werden registriert, wobei 10 % tödlich verlaufen. Die Erreger der Gruppe B verursachen ca. 70 % der Fälle, die der Gruppe C den restlichen Anteil (die Gruppe A ist höchst selten vertreten). Massenansammlungen von Personen (Schulen, Rekrutenschulen, Internate) begünstigen die Übertragung des Keimes von Mensch zu Mensch. Da kein Impfstoff gegen Meningokokken der Gruppe B vorhanden ist, besteht nur die Möglichkeit einer sekundären Prävention, das heisst, Fälle früh zu erkennen, zu isolieren und Personen nach engem Kontakt mit Infizierten sofort chemoprophylaktisch abzuschirmen.

Nicht beherrschbare Krankheiten: **Sexuell übertragbare Krankheiten**

Sexuell übertragbare Krankheiten haben seit der Anti-Aids-Kampagne durch den vermehrten Gebrauch von Präservativen deutlich abgenommen.

Nicht beherrschbare Krankheiten: **Eingeschleppte Erkrankungen**

Eingeschleppte Erkrankungen. Über die importierten Krankheiten könnte ein separates Kapitel geschrieben werden. Vereinzelte Krankheiten könnte man aufgrund obligater Impfvorschriften als beherrscht bezeichnen (z.B. Gelbfieber), andere hingegen könnten mit Hilfe von spezifischen Massnahmen (z.B. Impfung gegen Hepatitis A) kontrollierbar werden. Das Auftreten von Reisediarrhoe und von sexuell übertragbaren Krankheiten hingegen bleibt bis auf weiteres nicht beherrschbar.

Nicht beherrschbare Krankheiten: **Malaria**

Die **Malaria** wurde in der Schweiz mit der Trockenlegung der grossen Moorgebiete ausgerottet. Sie ist vereinzelt bei uns wieder aufgetreten. Gründe dafür ergeben sich einerseits durch die Einreise von Touristen aus tropischen Ländern, andererseits durch das Einschleppen der Anopheles-Mücken mit Flugzeugen in der Nähe von Flughäfen. Aufgrund der sich stets ändernden epidemiologischen Situation der Malaria und der Resistenz

des Erregers auf Medikamente ist eine kontinuierliche Überwachung und Anpassung der präventiven Massnahmen unabdingbar. Eine Chemosuppression allein wird nie ausreichen, um eine Malariainfektion zu verhindern.

Nicht beherrschbare Krankheiten: **Hepatitis A**

Die **Hepatitis A** ist eine Krankheit, die teils eingeschleppt wird und teils bei Drogenabhängigen vorkommt. Jährlich werden mehrere hundert Fälle, besonders unter Erwachsenen, registriert. Die Übertragung ist hygieneabhängig.

Nicht beherrschbare Krankheiten: **Typhus und Paratyphus**

Typhus und Paratyphus sind Infektionen, die meistens von Reisenden, speziell Ausländern, die sich in Endemiezonen aufgehalten haben, eingeschleppt werden. Jedes Jahr sind es recht konstant ca. 30 - 50 Fälle. Sekundäre Fälle werden nur gelegentlich beobachtet. Die Prävention besteht in Vorsichtsmassnahmen bezüglich alimentärer und fäkaler Hygiene. Die Typhus-Impfung für Reisende stellt eine zusätzliche Präventivmassnahme dar. Gegen Paratyphus gibt es keine Impfung.

Nicht beherrschbare Krankheiten: **Reisediarrhoe**

Der **Reisediarrhoe** kann sowohl ein Platz unter den eingeschleppten wie auch unter den nicht beherrschbaren Krankheiten zugesprochen werden. Ihre Prävalenz kann direkt in Zusammenhang mit dem nicht einhalten der alimentären Hygienemassnahmen, wie es bei exotischen Reisezielen oft der Fall ist, gebracht werden. Der Reisende unterliegt oft ohne etwas dagegen unternehmen zu können, dem Risiko Typhus aufzulesen. Infolgedessen ist es so, dass die individuelle Prävention ganz bestimmte Restriktionen bezüglich Nahrungsmittel bedingt, auch wenn dies nicht der freizügigen touristischen Philosophie entspricht. Gegen Reisekrankheiten gibt es keine Impfmöglichkeiten [alle Angaben aus EPIDEMIOLOGIE, BAG].

22.3 Massnahmen zur Prävention und Bewältigung von Epidemien

frühzeitig ein Neuauftreten einer Infektionskrankheit feststellen

Massnahmen zur Prävention und Bewältigung von Epidemien: Zur Verhinderung von Epidemien muss man möglichst frühzeitig ein Neuauftreten einer Infektionskrankheit feststellen. Dies kann durch drei Massnahmen geschehen:

1. Ein Mechanismus/ein System zur Entdeckung von unüblichen Häufungen von neuen oder unüblichen Krankheiten oder Krankheitsbildern/Syndromen.
2. Laboratorien, die fähig sind, infektiöse Erreger zu identifizieren und zu charakterisieren.

3. Ein Informationssystem, das solche unüblichen Häufungen von Krankheiten rasch analysieren und das Resultat den diese Information benötigenden Stellen zukommen lassen kann.

Epidemiegesetz von 1970, Verordnung über die Meldung übertragbarer Krankheiten des Menschen vom 21. September 1987

Die Überwachung von Infektionskrankheiten basiert auf dem Epidemiegesetz von 1970 und ist in der Verordnung über die Meldung übertragbarer Krankheiten des Menschen vom 21. September 1987 geregelt. Basierend auf dieser Verordnung sind Ärzte und Laboratorien verpflichtet, Krankheiten und Infektionserreger über die kantonale Gesundheitsbehörde dem Bundesamt für Gesundheitswesen (BAG) zu melden. Die Zusammenstellung der Meldungen erlaubt eine Analyse und Interpretation in den verschiedenen Bereichen sowie die Planung und Initiierung von präventiven Massnahmen [BILLO 1993].

Zusammenstellung der meldepflichtigen Krankheiten

Die Zusammenstellung der meldepflichtigen Krankheiten erfolgt wöchentlich, monatlich oder jährlich sowie durch ausgewählte Beiträge im Bulletin des BAG oder in wissenschaftlichen Zeitschriften.

Bundesgesetz über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen

Die gesetzlichen Grundlage der Epidemienbekämpfung bildet das am 18. Dezember 1970 gestützt auf Art. 69 der Bundesverfassung erlassene Bundesgesetz über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen. Vorgesehen sind

- kantonale Massnahmen gegenüber Einzelpersonen, die von der ärztlichen Überwachung über die Untersuchung und das Verbot der Ausübung bestimmter Tätigkeiten oder Berufe bis zur Absonderung führen, sowie
- Massnahmen gegenüber der Allgemeinheit[34].

Belastung der Schweiz durch Epidemien

Die Schweiz kann durch eine Epidemie in verschiedener Hinsicht belastet werden:

- Überlastung der medizinischen und sozialen Betreuung
- Überforderung der Logistik (Nahrung, Impfstoffe, Wasser)
- Transport und Beisetzung von ansteckungsgefährlichen Leichen
- Desinfektion[35] und Entwesung[36]

Während der spanischen Epidemie wurden im Deutschen Reich in den verschiedenen Ländern 15-50% der Bevölkerung von der Grippe erfasst. Ein „Worst Case" Szenario, bei dem 20% der Bevölkerung betroffen ist, ist denkbar, wenn sich die Rahmenbedingungen ändern und ein für die Aus

34) Einschränkung der Bewegungsfreiheit der Bevölkerung usw.
35) Unschädlich machen bestimmter pathogener Mikroorganismen durch Eingriffe in deren Struktur oder Stoffwechsel, unabhängig von ihrem Funktionszustand.
36) Die Vernichtung von Insekten und andern mehrzelligen Lebewesen, die Erreger von übertragbaren Krankheiten des Menschen übertragen können

breitung der Krankheit günstiges Umfeld vorhanden ist (z.B. Flüchtlingswellen oder Krieg) [GUTZWILLER 1994].

22.4 Typische Epidemien pro Ereignisklasse

Epidemie Ereignisklasse 1

Szenario

Nach einem sommerlichen Quartierfest leiden mehrere Personen unter Durchfall, Fieber und Bauchkrämpfen. Bei rund 20 Kindern und 80 Erwachsenen wird eine Salmonelleninfektion festgestellt. 5 Kinder und 15 vorwiegend ältere Personen werden für eine Woche hospitalisiert. Ein älterer Mann stirbt an den Folgen der Infektion.

Ereignisse

1992 In Lugano erkranken sechs Bewohner eines Blindenheims an Salmonellen. Ein 84jähriger Mann stirbt daran.

1992 Nach einem Hochzeitsfest in Basel wurde bei über 130 Personen eine Kontamination mit Salmonellen festgestellt (NZZ, 7.10.92)

Epidemie Ereignisklasse 2

Szenario

Eine Grippewelle (Influenza A) erfasst grosse Teile der Schweiz. Bei 6 % aller gemeldeten Arzt-Patienten-Kontakte besteht Grippeverdacht. Die Patienten klagen über eine Erkrankung der Luftwege, Fieber über 38 Grad sowie Muskelschmerzen oder allgemeine Schmerzen und ein ausgeprägtes Krankheits- und/oder Schwächegefühl. Die epidemische Schwelle ist damit sowohl gesamtschweizerisch als auch in allen Regionen überschritten. In besonders stark betroffenen Gebieten bleiben zahlreiche Schulen geschlossen. Während den vier „Grippemonaten" sterben ca. 1000 bis 2000 (primär ältere) Personen. Das Gesundheitssystem ist regional stark beansprucht, es sind jedoch keine zusätzlichen Massnahmen nötig.

Typische Verhältnisse: Die Infektion führt ähnlich wie in der Pandemie von 1918 im Durchschnitt bei 25 von 1000 infizierten Personen zum Tode. Von den 40'000 Erkrankten benötigen rund 20% ärztliche Hilfe (=Verletzte)

Ereignisse

1989 Wintergrippe in der Schweiz. Rund 1000 vorwiegend ältere Menschen sterben an der Krankheit.

Epidemie Ereignisklasse 3

Szenario

Von Asien her breitet sich ein bisher unbekannter Subtyp des Influenza-A-Virus aus. Es stellt sich heraus, dass für diesen Subtyp bei der Bevölkerung fast kein immunologischer Schutz aufgrund von früheren Infektionen vorhanden ist. Die Infektion führt ähnlich wie in der Pandemie von 1918 im Durchschnitt bei 25 von 1000 infizierten Personen zum Tode. Das Virus

überträgt sich wie die bisher bekannten Influenza-Viren-Typen vorwiegend aerogen, insbesondere in Wohn- und Lebensumständen, bei denen Personen eng aufeinander wohnen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) arbeitet unter starker Hilfe der Vereinigten Staaten daran, einen Impfstoff herzustellen. Die Ausbreitung erreicht die Schweiz, bevor ein wirkungsvoller Impfstoff bereitgestellt ist: Personen in allen Altersgruppen erkranken an dieser Infektion, vor allem alte Personen und Kinder sterben an der Infektion. Besonders in Spitälern und (Pflege-) Heimen breitet sich das Virus rasant aus. Nach drei Monaten ist ein Impfstoff gefunden, die Erkrankungen nehmen schnell ab.

Typische Verhältnisse: Die Infektion führt ähnlich wie in der Pandemie von 1918 im Durchschnitt bei 25 von 1000 infizierten Personen zum Tode. Von den Erkrankten benötigen rund 10% ärztliche Hilfe. In der Schweiz stehen rund 40'000 Spitalplätze und rund 100'000 Patientenliegestellen des Zivilschutzes zur Verfügung

Epidemie Ereignisklasse 4

Szenario

Der Abbau der schützenden Ozonschicht führt dazu, dass ein grösserer Anteil der ultravioletten Strahlung die Erdoberfläche erreicht. Die UV-B-Strahlung beeinflusst das Immunsystem und dessen Abwehrfähigkeit negativ. Gleichzeitig entdecken Epidemiologen eine rätselhafte Krankheit in einem osteuropäischen Staat. Die Krankheit, die mit grippeähnlichen Symptomen beginnt, kann innerhalb eines Tages zum Tode führen. Durch den globalen Reiseverkehr breitet sich die Infektion rasch aus. Bevor ein Impfstoff vorhanden ist, hat die Infektion die Schweiz erreicht und trifft auf die „geschwächte" Bevölkerung (mehrheitlich jüngere und ältere Personen). Bis ein wirkungsvoller Impfstoff gefunden ist und die Produktion läuft, ist die Epidemie schon fast vorbei. Drei Monate nach der ersten Welle der Infektion wird die gesamte Bevölkerung in einer einmaligen Aktion geimpft.

Typische Verhältnisse:

- Die Infektion führt - ähnlich wie in der Pandemie von 1918/19 - im Durchschnitt bei 25 von 1000 infizierten Personen zum Tode
- Von den Erkrankten (=Verletzte) benötigen rund 10 % ärztliche Hilfe
- In der Schweiz stehen rund 40'000 Spitalplätze und 100'000 Patientenliegestellen des Zivilschutzes zur Verfügung

Ereignisse

1919 Spanische Influenza, die weltweit zu Todesopfern führt. In der Schweiz sind 24'449 Grippetote zu beklagen.

1347 Pestepidemie in Europa. Ein Drittel bis die Hälfte der europäischen Bevölkerung ist gestorben.

Epidemie Ereignisklasse 5

Keine Ereignisse in der Schweiz denkbar.

22.5 Literatur Epidemien

Bundesamt für Gesundheitswesen. Aktuelle Epidemiologie übertragbarer Krankheiten in der Schweiz Bern 1994.

Billo Nils. Infektionskrankheiten. in: Gesundheit in der Schweiz, hg. von Walter Weiss, (Bundesamt für Gesundheitswesen) Zürich 1993, S. 43 – 53.

Bundesgesetz über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen (Epidemiengesetz) (Vom 18. Dezember 1970).

Der Gesundheits-Brockhaus. Mannheim 1990.

Geissler Erhard. Fachlexikon ABC Virologie. Frankfurt am Main 1986.

Aktennotiz der Besprechung mit Prof. F. Gutzwiller, Institut für Sozial- und Präventivmedizin, Universität Zürich, vom 3. Juni 1994 (Dok. Nr. 94 28).

Bauernfeind Adolf. Lexikon der Mikrobiologie und der Infektiologie. Stuttgart und New York 1990.

Statistische Jahrbücher der Schweiz 1986-1994.

Tschirky Erich. Unterlagen zuhanden des Projektes „Umfassende Risikoanalyse Schweiz", Bern 1994 (Bundesamt für Gesundheitswesen).