

Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020

Methode zur nationalen Risikoanalyse



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Der vorliegende Bericht beschreibt die Methode zur nationalen Risikoanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020» (KNS 2020). Die Methode stellt sicher, dass die Gefährdungen und deren Risiken systematisch und vergleichbar analysiert und bewertet werden und die erzielten Resultate nachvollziehbar sind.

IMPRESSUM

Der vorliegende Bericht wurde vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS in Zusammenarbeit mit verschiedenen Stellen erarbeitet. Folgende Personen und Stellen waren an der Ausarbeitung beteiligt:

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Stefan Brem
Andreas Bucher
Markus Hohl
Daniel Jordi
Wilhelm Möller
André Zahnd

Nachrichtendienst des Bundes NDB

Bundesamt für Polizei fedpol

EBP Schweiz AG

Lilian Blaser
Tillmann Schulze

Herausgeber

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
Guisanplatz 1B, CH-3003 Bern

Dezember 2020

Zitiervorschlag

Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2020): Methode zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. Version 2.0. BABS, Bern.

Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020

Methode zur nationalen Risikoanalyse

Version 2.0

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
Bern, Dezember 2020

Zusammenfassung

Der vorliegende Methodenbericht zur nationalen Risikoanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS) ist die Grundlage für die weiterentwickelte und aktualisierte Risikoanalyse KNS 2020.

Der Bericht beschreibt die Rahmenbedingungen und das methodische Vorgehen der nationalen Risikoanalyse in ihren drei Teilschritten (1) Risikoidentifikation und Auswahl von Gefährdungen (2) Risikoanalyse und Entwicklung von Szenarien sowie (3) Risikobewertung und Risikodarstellung.

Die Methode gewährleistet eine systematische Risikoanalyse der in KNS 2020 untersuchten Gefährdungen sowie die Vergleichbarkeit und Nachvollziehbarkeit der eingeschätzten Risiken.

Die KNS-Methode orientiert sich am «Best Practice»-Ansatz. Sie wurde das erste Mal für den Risikobericht von 2012 praktisch angewendet und 2013 als Version 1.03 publiziert. Die hier vorliegende Version 2.0 ist in grossen Teilen identisch geblieben. Wesentliche Änderungen haben sich bei der Einschätzung der Plausibilität für mutwillig herbeigeführte Ereignisse ergeben. Zudem wurden einige Grenzkostenansätze und Skalierungen neueren Erkenntnissen angepasst.

Der Methodenbericht wendet sich in erster Linie an die Expertinnen und Experten, die die Risiken für KNS einschätzen, und darüber hinaus an einen erweiterten Anwenderkreis, der grundsätzlich an einer bewährten Methode für die Erstellung von Risikoanalysen interessiert ist.

Der Bericht gliedert sich in fünf Kapitel:

Kapitel 1 (Einleitung) gibt einen Überblick über Ziele und Adressaten, die Weiterentwicklung sowie die methodischen Anpassungen der nationalen Risikoanalyse bzw. des Methodenberichtes.

Kapitel 2 (Risikoidentifikation und Auswahl von Gefährdungen) beschreibt das Vorgehen zur Identifikation relevanter Gefährdungen und deren Zusammenstellung in einem Gefährdungskatalog sowie das Vorgehen bei der Auswahl der analysierten Gefährdungen.

Kapitel 3 (Risikoanalyse und Entwicklung von Szenarien) erläutert den szenariobasierten Ansatz der Risikoanalyse und die Berücksichtigung von Intensitätsstufen der analysierten Szenarien.

Kapitel 4 (Risikobewertung und -darstellung) zeigt das methodische Vorgehen bei der Risikobewertung auf. Dies beinhaltet insbesondere die durch Expertenerhebungen

vorgenommene Einschätzung von Schadensausmass sowie Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Plausibilität (bei mutwillig herbeigeführten Ereignissen) und zudem die Art der Risikodarstellungen.

Kapitel 5 (Interpretation der Ergebnisse) behandelt verschiedene Aspekte, die bei der Interpretation der Ergebnisse und bei einer Risikobeurteilung zu berücksichtigen sind. Dies umfasst Unschärfen, die Risikoverision und Sensitivitätsanalysen.

Inhalt

1	Einleitung	8
1.1	Ziele und Adressaten	8
1.2	Weiterentwicklung der nationalen Risikoanalyse	8
1.3	Methodische Anpassungen	9
1.3.1	Plausibilitätseinschätzung	9
1.3.2	Grenzkosten	9
1.3.3	Skalen der Schadensindikatoren	9
2	Risikoidentifikation und Auswahl von Gefährdungen	10
2.1	Risikoidentifikation mittels Gefährdungskatalog	10
2.2	Auswahl von Gefährdungen	10
3	Risikoanalyse und Entwicklung von Szenarien	11
3.1	Szenariobasierter Ansatz	11
3.2	Intensitäten von Szenarien	11
3.3	Gefährdungsdossiers	13
4	Risikobewertung und -darstellung	15
4.1	Allgemeines Vorgehen	15
4.2	Expertenerhebungen	15
4.3	Auswirkungen	16
4.3.1	Zeitliche Abgrenzung der Auswirkungen	17
4.3.2	Schadensindikatoren	17
4.3.3	Monetarisierung und Aggregation der Schäden	18
4.3.4	Beschreibung der Schadensindikatoren	19
4.4	Eintrittswahrscheinlichkeit	31
4.4.1	Eintrittswahrscheinlichkeit, Wiederkehrperiode und Häufigkeit	31
4.4.2	Wahrscheinlichkeitsklassen	31
4.5	Plausibilität	32
4.5.1	Indikatorsystem zur Plausibilitätseinschätzung	32
4.5.2	Plausibilitätsindex und Plausibilitätsklassen	34
4.5.3	Vorgehen bei der Plausibilitätseinschätzung	35

4.6	Risikodarstellung	35
4.6.1	Auswirkungsdiagramme	36
4.6.2	Risikodiagramme	36
5	Interpretation der Ergebnisse	37
5.1	Unschärfen	37
5.2	Risikoaversion	37
5.3	Sensitivitätsanalysen	37
Anhang		38
A1	Literaturverzeichnis	38
A2	Verzeichnis der Tabellen	39
A3	Verzeichnis der Abbildungen	39
A4	Skalen der Schadensindikatoren	40

1 Einleitung

Die nationale Risikoanalyse «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS) ist ein zentrales Element bei der Vorbereitung auf die Bewältigung von Katastrophen und Notlagen in der Schweiz. Sie bildet die Grundlage für das Katastrophenmanagement und den Bevölkerungsschutz auf nationaler Ebene. Mit ihr können die relevanten Gefährdungen identifiziert, deren Risiken ermittelt und erforderliche Massnahmen der Prävention und Vorsorge zur Bewältigung von Katastrophen und Notlagen abgeleitet werden. KNS dient dem Risikodialog, dem Risikovergleich und der Risikopriorisierung sowie der vorsorglichen Planung. Sie wird ebenfalls bei der Ausbildung von Einsatzkräften sowie bei der Vorbereitung von Übungen eingesetzt.

KNS besteht methodisch aus drei Teilschritten:

- Risikoidentifikation und Auswahl von Gefährdungen
- Risikoanalyse und Entwicklung von Szenarien
- Risikobewertung und Risikodarstellung

Entsprechende Produkte der jeweiligen Teilschritte halten das Vorgehen und die Ergebnisse fest. (BABS, 2019; 2020a, 2020b, 2020c)

1.1 Ziele und Adressaten

Das übergeordnete Ziel von KNS ist die Bereitstellung risikobasierter Planungsgrundlagen für die Vorbereitung auf Katastrophen und Notlagen. Dabei steht die Schaffung einer transparenten, vergleichbaren Risikoübersicht im Vordergrund.

KNS richtet sich primär an Fachleute auf nationaler Stufe, darüber hinaus auch an kantonale, regionale und kommunale Führungsorgane. Zudem werden die Produkte von KNS in verschiedenen Programmen und Projekten mit Bezug zu Risikofragen verwendet.

Mit KNS wird eine Voraussetzung geschaffen, mit der Planungsarbeiten und Entwicklungen im Katastrophenmanagement der Schweiz besser aufeinander abgestimmt werden können. Die Methode und die Erkenntnisse fördern eine systematische Vorbereitung auf die Bewältigung von Katastrophen und Notlagen. Sie helfen mit, eine Risikokultur im Katastrophenmanagement zu entwickeln.

Die nachfolgend dargestellte Methode beschreibt das Vorgehen und die Grundlagen zur Risikobewertung von KNS 2020. Die Methode erlaubt es, die Risiken unterschiedlicher Gefährdungen mit einem einheitlichen

Verfahren nachvollziehbar und transparent zu bestimmen und miteinander zu vergleichen. Eine möglichst objektive Vergleichbarkeit von Gefährdungen ist für das Katastrophenmanagement im Bevölkerungsschutz wichtig, da es eine Vielzahl von Gefährdungen gibt und die begrenzten Ressourcen zielorientiert und effizient eingesetzt werden müssen.

Der Methodenbericht wendet sich in erster Linie an die Fachleute, welche die Risiken für KNS einschätzen. Zudem richtet er sich an einen erweiterten Anwenderkreis, der grundsätzlich an einer bewährten Methode für die Erstellung von Risikoanalysen interessiert ist.

1.2 Weiterentwicklung der nationalen Risikoanalyse

Das Projekt zur Erarbeitung einer nationalen Risikoanalyse wurde 2008 gestartet. Das BABS hat die Arbeitsschritte mittlerweile in einen kontinuierlichen Arbeitsprozess überführt, in dem eine periodische Aktualisierung und Weiterentwicklung erfolgt. Dieser Prozess beinhaltet die Identifikation relevanter Gefährdungen, die Entwicklung neuer Szenarien sowie die Aktualisierung der Risikoeinschätzungen und Auswirkungs- und Risikodialoge. Im gleichen Zyklus werden die methodischen Grundlagen überprüft und weiterentwickelt.

Die letzte Aktualisierung (KNS 2020) fand 2017–2020 statt, mehrheitlich im Rahmen von Workshops und teilweise auf dem Korrespondenzweg. In dieser Phase waren insgesamt 143 Expertinnen und Experten beteiligt.

Die für KNS verwendete Methode wurde erstmals 2013 publiziert (BABS, 2013a). Die Methode wurde in Zusammenarbeit mit Fachleuten aus Verwaltung, Wissenschaft und Wirtschaft entwickelt und im Rahmen eines Workshops validiert (BABS, 2011). Sie stützt sich auf frühere Risikoanalysen im Bevölkerungsschutz der Schweiz, z. B. KATANOS (BZS, 1995) und KATARISK (BABS, 2003) sowie auf Arbeiten aus anderen Staaten (BBK, 2010; Cabinet Office, 2008, 2010, 2012; DHS, 2011; Ministry of the Interior and Kingdom Relations, 2009). Weitere Grundlagen für KNS waren internationale Standards und Guidelines (ISO/PAS 22399, 2007; European Commission, 2010).

Die für KNS 2020 überarbeitete Methode baut auf der ersten Version (BABS, 2013a) auf. In Kap. 1.3 sind die spezifischen Anpassungen aufgeführt, die sich vor allem auf Arbeiten aus Grossbritannien (Cabinet Office, 2017) und

Singapur beziehen. Darüber hinaus wurden bei der Überarbeitung beispielsweise auch die ISO-Norm 31000 (ISO 31000:2018) und die nationale Risikoanalyse der Niederlande (ANV, 2019) berücksichtigt.

1.3 Methodische Anpassungen

Wesentliche Änderungen haben sich bei der Einschätzung der Plausibilität mutwillig herbeigeführter Ereignisse ergeben. Zudem wurden einige Grenzkostenansätze und Skalierungen der Schadensklassen geändert. Das neue Vorgehen und die Anpassungen wurden in KNS 2020 integriert.

1.3.1 Plausibilitätseinschätzung

Die ursprünglich für KNS entwickelte Methode zur Einschätzung der Plausibilität mutwillig herbeigeführter Ereignisse ergab für KNS 2012 (BABS, 2013b) und KNS 2015 (BABS, 2015a, 2015b) zweckmässige Resultate. Doch wurde bereits im Risikobericht 2015 empfohlen, die Plausibilitätseinschätzung methodisch weiterzuentwickeln, vor allem hinsichtlich klarer definierter Kriterien und besser nachvollziehbarer Einschätzungen.

Für KNS 2020 wurde das bisherige expertenbasierte Delphi-Verfahren zur Plausibilitätseinschätzung durch einen indikatorbasierten Ansatz ergänzt. Die neue Methode wurde wiederum unter Mitwirkung verschiedener Expertengruppen entwickelt und in Workshops validiert. Ein indikatorbasiertes Vorgehen haben auch schon Grossbritannien (Cabinet Office, 2017) und Singapur für ihre nationalen Risikoanalysen verwendet. Das BABS hat für KNS 2020 Elemente davon übernommen und für den Schweizer Kontext angepasst. Die Methodenentwicklung fand in Zusammenarbeit mit dem Nachrichtendienst des Bundes NDB und dem Bundesamt für Polizei fedpol statt.

Basierend auf dem Erfahrungsaustausch mit Fachleuten wurden die bisher acht Plausibilitätsklassen auf fünf reduziert. Für die qualitative Umschreibung dieser Klassen wurden systematischere Abstufungen der Begrifflichkeiten verwendet (Plausibilität von «sehr plausibel» bis «wenig plausibel») als noch in KNS 2015 (Plausibilität von «relativ plausibel» bis «kaum vorstellbar»). Dadurch sind die Plausibilitätseinschätzungen von KNS 2020 und KNS 2015 in der Umschreibung nicht direkt vergleichbar. Ein

Vergleich der relativen Positionierung im Risikodiagramm und der Auswirkungen ist jedoch zulässig.

1.3.2 Grenzkosten

Für die Aktualisierung von KNS 2020 wurden Anpassungen bei den Grenzkosten vorgenommen. Diese fanden aufgrund neuer Erkenntnisse aus verschiedenen Arbeiten der letzten fünf Jahre statt. Folgende Anpassungen waren erforderlich:

- Die Grenzkosten für *P1 – Todesopfer* wurden je Opfer von 5 Mio. CHF auf 6 Mio. CHF erhöht.¹ Wie bisher werden davon 1 Million CHF für jedes Todesopfer dem Indikator *W2 – Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit* zugeschrieben.
- Die Grenzkosten für *P2 – Verletzte / Kranke* liegen pro Person weiterhin bei 10 % der Grenzkosten für ein Todesopfer (ohne W2-Anteil) und betragen damit neu 500 000 CHF statt 400 000 CHF.
- Die Grenzkosten für den Indikator *U1 – Geschädigte Ökosysteme* wurden an die Annahmen gemäss Umsetzungshilfe zum Leitfaden Schutz kritischer Infrastrukturen (SKI) des BABS angepasst. Das im Juli 2018 revidierte Dokument geht von 330 000 CHF pro km² und Jahr aus.
- Ebenfalls in Anlehnung an die SKI-Umsetzungshilfe des BABS wurden die Grenzkosten des Indikators *G2 – Einschränkungen von Ordnung und innerer Sicherheit* von 300 CHF auf 500 CHF erhöht.

1.3.3 Skalen der Schadensindikatoren

Bei den Skalen der Schadensindikatoren müssen die Klassengrenzen für alle Indikatoren denselben monetarisierten Wert aufweisen. Dazu war es erforderlich, die Skalen des Indikators *G1 – Versorgungsengpässe und -unterbrüche* anzupassen.

Eine weitere Anpassung erfuhr der Schadensindikator *G4 – Schädigung und Verlust von Kulturgütern*. Anstelle von bisher fünf Schadensausmassklassen (drei davon mit Einbezug von Kulturgütern von internationaler Bedeutung) werden in KNS 2020 sechs Schadensausmassklassen verwendet, wobei nur noch die höchste Klasse A6 Kulturgüter internationaler Bedeutung umfasst. Die Beschreibungen der anderen Schadensklassen wurden davon ausgehend ebenfalls angepasst (siehe S. 28).

¹ Die erhöhten Grenzkosten resultieren u. a. aus der durch das Bundesamt für Raumentwicklung ARE beauftragten Studie «Empfehlungen zur Festlegung der Zahlungsbereitschaft für die Vermin- derung des Unfall- und Gesundheitsrisikos» (Ecoplan, 2016). Dabei

wurde 2016 der «Value of statistical life» (VOSL) auf 6,2 Mio. CHF geschätzt.

2 Risikoidentifikation und Auswahl von Gefährdungen

Zur Identifikation relevanter Gefährdungen werden zunächst alle bevölkerungsschutzrelevanten Gefährdungen, die in der Schweiz bedeutende Auswirkungen haben beziehungsweise zu grossen Schäden führen können, in einem Gefährdungskatalog (BABS, 2019) zusammengestellt. Im Rahmen der Risikoanalyse werden dann aus dem Gefährdungskatalog diejenigen Gefährdungen ausgewählt, die einer weiteren Risikoanalyse unterzogen werden.

2.1 Risikoidentifikation mittels Gefährdungskatalog

Der Gefährdungskatalog umfasst Gefährdungen aus den drei Gefährdungsbereichen «Natur», «Technik» und «Gesellschaft», die in der Schweiz grundsätzlich möglich sind oder bedeutende Auswirkungen auf die Schweiz haben können.

Der Gefährdungskatalog wird periodisch – in der Regel alle 5–6 Jahre – unter Einbezug verschiedener Akteurinnen und Akteure von Bund, Kantonen, Wissenschaft und Wirtschaft überarbeitet. Für den Gefährdungskatalog 2019 wurde dazu eigens ein Konsultativworkshop mit 56 Teilnehmenden durchgeführt.

In die Erstellung des Gefährdungskatalogs fliessen auch die Resultate der Trendanalyse Bevölkerungsschutz (Roth u. a., 2014; Hauri u. a., 2020) mit ein. In der Trendanalyse, die das BABS zusammen mit dem Center for Security Studies der ETH durchführt, werden die relevanten mittel- und längerfristigen Trends, die den Bevölkerungsschutz der Schweiz betreffen, mitsamt ihren Auswirkungen analysiert.

Daneben werden andere Untersuchungen zu sich abzeichnenden Risiken berücksichtigt wie z. B. das jährlich publizierte SONAR der Swiss Re (Swiss Re, 2020), der Global Risks Report des World Economic Forums (WEF, 2020) oder das Global Risk Assessment der UNO (UNDRR, 2019).

2.2 Auswahl von Gefährdungen

Bei der Auswahl der Gefährdungen für die weitergehende Risikoanalyse spielen verschiedene Kriterien eine Rolle.

Es werden Gefährdungen bzw. Ereignisse ausgewählt, die in der Schweiz schon einmal zu Katastrophen oder Notlagen geführt haben (z. B. Erdbeben, Hochwasser), Ereignisse, die im Ausland grosse Schäden verursacht haben und auch in der Schweiz denkbar sind (z. B. ein grosser Stromausfall) oder mögliche Ereignisse, die das Potenzial für eine Katastrophe oder eine Notlage haben (z. B. ein Anschlag mit einer radiologischen Bombe oder andere gravierende Terroranschläge).

Es kommen somit Gefährdungen aus dem Gefährdungskatalog in Betracht, bei denen die Partner des Bevölkerungsschutzes bei Ereignissen im Verbund gefordert sind oder ein Führungsorgan zum Einsatz kommt. Dabei wird auch mit den zuständigen Fachstellen geprüft, ob und welche weitere Gefährdungen untersucht und in die Analyse aufgenommen werden sollen.

Die Liste der Gefährdungen, die vertieft analysiert werden, wird bei jedem Überarbeitungszyklus überprüft und bei Bedarf angepasst.

3 Risikoanalyse und Entwicklung von Szenarien

Die ausgewählten Gefährdungen werden einer Risikoanalyse unterzogen. Die Risikoanalysen basieren auf Szenarien. Dabei werden Grundlagen aufgearbeitet und Szenarien verschiedener Intensitäten entwickelt, wobei ein Szenario der Intensität «gross» (siehe Kap. 3.2) detailliert ausgearbeitet wird. Als ein wesentliches Resultat aus der Risikoanalyse gehen die Gefährdungsdossiers (BABS, 2020a) hervor (siehe Kap. 3.3).

3.1 Szenariobasierter Ansatz

Das Entwickeln von Szenarien ist im Katastrophenmanagement ein häufig eingesetztes Instrument zur Erstellung von Grundlagen für die Ereignisvorbereitung. Die Szenarien zu den Gefährdungen stellen die Basis für die Risikoanalyse dar. Sie vermitteln eine Übersicht des Ablaufs möglicher Ereignisse.

Szenarien werden dabei nicht als Prognosen verstanden. Sie stellen im Sinne eines Denkmodells mögliche Ereignisabläufe von Katastrophen und Notlagen dar. Durch die beispielhafte Beschreibung einer Gefährdung in einem Szenario wird antizipiert, wie sich ein solches Ereignis entwickeln und welche Auswirkungen die Gefährdung haben könnte. Damit lassen sich mögliche Auswirkungen von Ereignissen erkennen, bevor diese konkret eintreten.²

Für jedes entwickelte Szenario können das Schadensausmass und die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmt und daraus das entsprechende Risiko ermittelt werden.

3.2 Intensitäten von Szenarien

KNS charakterisiert Gefährdungen durch jeweils drei Szenarien, die sich in ihrer Intensität – im Sinne von Eskalationsstufen – unterscheiden. Damit wird gewährleistet, dass eine gewisse Bandbreite möglicher Ereignisabläufe in die Betrachtungen der Gefährdung einfließt.

Für jede Gefährdung wird je ein Szenario von «erheblicher», «grosser» und «extremer» Intensität skizziert. Die Intensitäten der verwendeten Szenarien liegen deutlich über der Intensität von sogenannten Alltagsereignissen (z. B. Sport- oder Verkehrsunfälle). Sie haben deutlich stärkere Auswirkungen als letztere und können nur durch den Verbund der Mittel des Bevölkerungsschutzes bewältigt werden.

Die Einstufung der Intensität bezieht sich dabei auf die Ausprägung der Gefährdung in der Schweiz und auf den Bezugsrahmen der nationalen Risikoanalyse.

Bei KNS wird von den drei Intensitäten jeweils das Szenario mit grosser Intensität detailliert beschrieben und als Grundlage für die Risikobewertung verwendet (vgl. Abb. 1, S. 13). Durch die Verwendung von Szenarien jeweils gleicher Intensitätsstufe für alle analysierten Gefährdungen ist gewährleistet, dass die Risiken der verschiedenen Gefährdungen miteinander verglichen werden können.

Die Intensitäten werden wie folgt definiert:

- **Intensität «erheblich»**
Es handelt sich um ein Szenario, das erheblich stärker ist als ein Alltagsereignis. Solche Szenarien sind beispielsweise für kommunale und kantonale Gefährdungs- und Risikoanalysen relevant.
- **Intensität «gross»**
Es handelt sich um ein Szenario mit grosser Intensität. Es sind jedoch auch noch deutlich schwerere Ausprägungen und Ereignisabläufe in der Schweiz vorstellbar.
- **Intensität «extrem»**
Es handelt sich um ein Szenario mit extremer Intensität. Solche Ereignisse sind in der Schweiz gerade noch vorstellbar.

Für die Beschreibung der Intensitätsstufen werden gefahrenspezifische Eckwerte berücksichtigt: Einflussgrössen,

² Jüngere wissenschaftliche Arbeiten ordnen damit die KNS-Methode den sogenannten «storylines» zu (Shepherd u. a., 2018). Storylines sind besonders hilfreich, um Risiken zu analysieren, bei denen das Zusammenwirken mehrerer Einflussfaktoren schwerwiegende Schäden verursacht und so zu Katastrophen und Notlagen führen kann. Sie gehen über Standardmodellierungen von probabilistischen Ansätzen hinaus, da sie eine Gefährdung anschaulich

darstellen und auch vielfältige Auswirkungen berücksichtigen. Dies schützt vor falscher Präzision und hilft, Überraschungen zu vermeiden (Shepherd, 2016). Storylines erleichtern auch den erforderlichen Risikodialog in Politik, Wirtschaft, Medien und Bevölkerung.

die das Ausmass der Auswirkungen eines Ereignisses bestimmen, wie beispielsweise die Windgeschwindigkeit bei Stürmen oder die Dauer eines Stromausfalls. Bei der Gefährdung *Trockenheit* sind beispielsweise die räumliche Ausdehnung oder die Dauer des Ereignisses wichtige Faktoren, die die Intensität beeinflussen. Mit zunehmender Intensität des Ereignisses, z. B. mit der Zunahme der

Magnitude eines Erdbebens, nehmen auch die Auswirkungen zu. Die Zunahme der Auswirkungen ist gefährdungsspezifisch. So nehmen beispielsweise die Auswirkungen mit zunehmender Fläche eines Waldbrandes nicht in gleichem Mass zu wie die Auswirkungen bei zunehmender Dauer eines Stromausfalls.

Tabelle 1: Beschreibung der Eckwerte für die Szenarien der Intensitäten «erheblich», «gross» und «extrem» am Beispiel von drei Gefährdungen aus den Bereichen Natur, Technik und Gesellschaft

Intensität	Erdbeben	Unfall Stauanlage	Tierseuche
1 – erheblich	Magnitude ca. 5,5 Intensität (EMS) VII (Gebäudeschäden) Keine Nachbeben Schadensradius 25 km Radius Hauptschadensraum 5 km Geringe Infrastrukturdichte Zeitpunkt: Nachmittag	Überströmen infolge Verstopfung der Hochwasserentlastung Jahreszeit: Anfang Sommer Vorwarnzeit: wenige Stunden Kleinere Dörfer im Überflutungsgebiet (einige Hundert Einwohner bedroht)	Einzelne Regionen in der Schweiz betroffen Tritt zuerst in den umliegenden Ländern auf (Vorwarnzeit) Erreger bekannt Übertragungsrate klein
2 – gross	Magnitude ca. 6,5 Intensität (EMS) IX (zerstörend) Nachbeben finden statt Schadensradius 80 km Radius Hauptschadensraum 25 km Hohe Infrastrukturdichte Zeitpunkt: Spätfrühling, werktags am Morgen	Überschwappen infolge Felssturz in den Stausee Jahreszeit: Herbst (Stausee voll) Besiedeltes Tal im Überflutungsbereich (grosses Dorf, verschiedene Landwirtschaftsbetriebe und einzelne Industriebetriebe, insgesamt wenige Tausend Personen bedroht) Vorwarnzeit: wenige Tage Ereigniseintritt: tagsüber	Ganze Schweiz betroffen Tritt zuerst in den umliegenden Ländern auf (Vorwarnzeit) Erreger bekannt Übertragungsrate hoch
3 – extrem	Magnitude ca. 7,0 Intensität (EMS) XI (verwüstend) Nachbeben finden statt Schadensradius 120 km Radius Hauptschadensraum 40 km Hohe Infrastrukturdichte Zeitpunkt: Winter, nachts	Versagen infolge überraschend eintretender, geologischer Bewegung eines Widerlagers Keine Vorwarnzeichen, Vorwarnzeit begrenzt auf Fließdauer zwischen Stauanlage und besiedeltem Gebiet Entleerung fast des gesamten Stauvolumens innerhalb von Minuten Dicht besiedeltes Tal im Überflutungsbereich	Ganze Schweiz betroffen Tritt zuerst in der Schweiz auf (keine Vorwarnzeit) Erreger bekannt oder unbekannt Übertragungsrate hoch

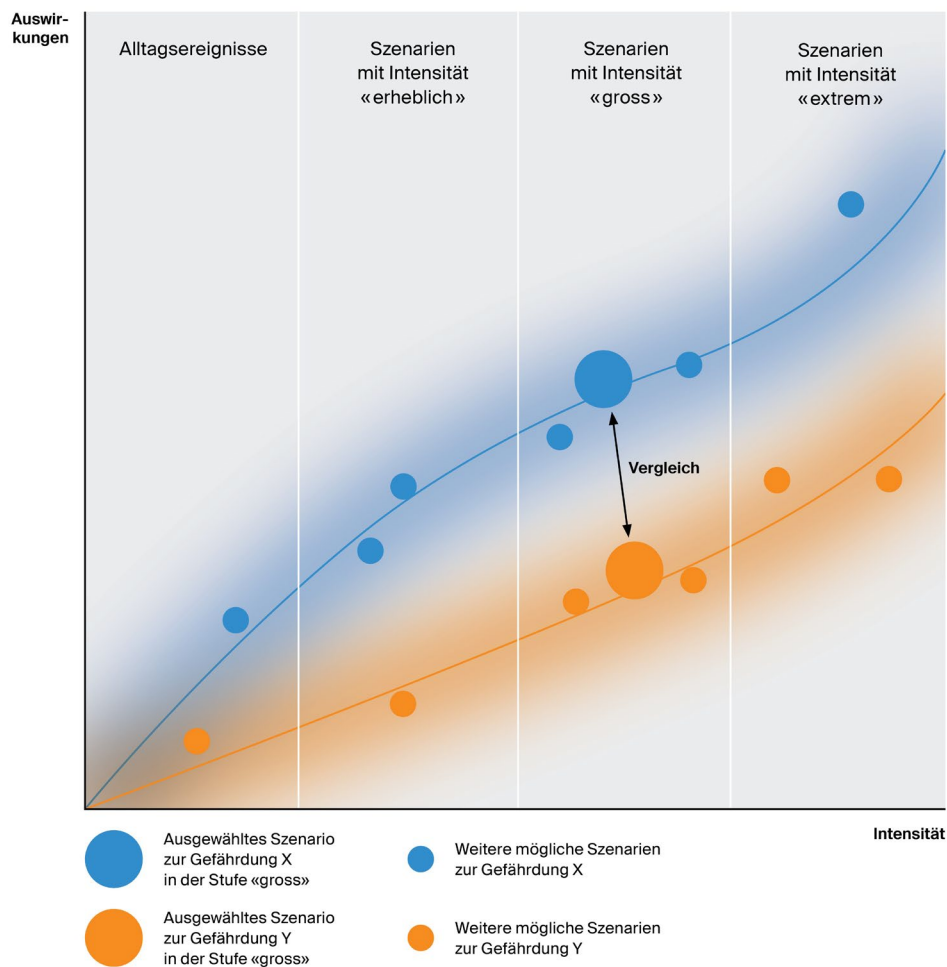


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Vorgehensweise bei der Auswahl und beim Vergleich von Szenarien in der nationalen Risikoanalyse KNS: Von den drei pro Gefährdung skizzierten Szenarien mit erheblicher, grosser und extremer Intensität wird jeweils das Szenario mit grosser Intensität detailliert beschrieben und einer Risikobewertung unterzogen. Dies ermöglicht die vergleichende Risikobewertung der verschiedenen Gefährdungen in einem Risikodiagramm.

3.3 Gefährdungsdossiers

Die Gefährdungsdossiers (BABS, 2020a) gehen als ein wesentliches Resultat aus der Risikoanalyse hervor.

Bei der Erarbeitung eines Gefährdungsdossiers erstellt das Projektteam anhand eines Leitfadens einen Entwurf des Dossiers. Im Anschluss wird der Entwurf von Fachstellen des Bundes, der Wissenschaft oder Experten und Expertinnen aus der Wirtschaft korreferiert und validiert. Auch die Szenarien werden zusammen mit den zuständigen Fachstellen entwickelt und überprüft. Nach erfolgten Anpassungen wird das Gefährdungsdossier finalisiert.

In den Gefährdungsdossiers wird das Szenario der Intensität «gross» hinsichtlich Ablauf und Auswirkungen detailliert beschrieben. Die Beschreibung orientiert sich soweit möglich an bekannten Ereignissen, berücksichtigt aber auch mögliche künftige Entwicklungen. Der Fokus der Beschreibungen liegt auf den Auswirkungen, die im Rahmen des Szenarios zu erwarten sind. Die Auswirkungen auf die Schadensbereiche Personen, Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft lassen sich mit Schadensindikatoren quantifizieren.

Die in den Gefährdungsdossiers von KNS 2020 enthaltenen Kapitel und deren Inhalte sind in Tab. 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Übersicht über den Inhalt der Gefährdungsdossiers KNS 2020

Gefährdungsdossier KNS 2020 Kapitel	Inhalt
Definition	Definition der Gefährdung, allenfalls mit Abgrenzung zu anderen Gefährdungen
Ereignisbeispiele	Ereignisbeispiele aus der Schweiz oder dem Ausland, die der Intensität «gross» entsprechen
Einflussfaktoren	Einflussfaktoren, die Einfluss auf Entstehung, Entwicklung und Auswirkungen der Gefährdung haben (Gefahrenquelle, Zeitpunkt, Ort, Ausdehnung, Ereignisablauf)
Intensitäten von Szenarien	Skizzen von Szenarien der Intensität «erheblich», «gross» und «extrem»
Szenario	Ausführliches Szenario der Intensität «gross» – Ausgangslage / Vorphase – Ereignisphase – Regenerationsphase – Zeitlicher Verlauf – Räumliche Ausdehnung
Auswirkungen	Auswirkungen mit Auswirkungsdiagramm – Personen – Umwelt – Wirtschaft – Gesellschaft
Risiko	Risikodiagramm für nicht mutwillige oder mutwillig herbeigeführte Ereignisse mit jeweils allen entsprechenden analysierten Gefährdungen
Rechtliche Grundlagen	Rechtliche Grundlagen (Bundesverfassung, Gesetz, Verordnung)
Weiterführende Informationen	Weiterführende Informationen – zur Gefährdung – zur nationalen Risikoanalyse

4 Risikobewertung und -darstellung

Die Risikobewertung stellt den entscheidenden analytischen und partizipativen Schritt bei «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS) dar. Fachleute schätzen das Risiko durch eine Expertenerhebung in gefährdungsspezifischen Workshops ab.

Das Risiko ist definiert als das Mass für das Gefährdungspotenzial eines Ereignisses oder einer Entwicklung. Es setzt sich zusammen aus den beiden Faktoren Auswirkungen bzw. Schadensausmass (negative Auswirkungen auf die Bevölkerung und ihre Lebensgrundlagen) und Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Plausibilität für mutwillig herbeigeführte Ereignisse.

Die Auswirkungen werden anhand von 12 Schadensindikatoren abgeschätzt und mittels Grenzkosten monetarisiert.

In einem Risikodiagramm können die beiden Grössen Schadensausmass (siehe Kap. 4.3) und Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Plausibilität (siehe Kap. 4.4, S. 31 und Kap. 4.5, S. 32) verschiedener Ereignisse in ein Verhältnis gesetzt und zusammen dargestellt werden. Dadurch lassen sich die unterschiedlichen Risiken einer vergleichenden Risikobeurteilung unterziehen.

4.1 Allgemeines Vorgehen

Informationen zu den möglichen Auswirkungen und zur Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Plausibilität von Gefährdungen stammen teilweise aus bestehenden Grundlagen und Informationen wie Ereignisanalysen, Statistiken, Literatur usw. Sie werden, falls möglich, auf die in KNS verwendeten Szenarien übertragen und durch Expertinnen und Experten von Fachstellen des Bundes und der Kantone validiert.

Wo Informationen fehlen oder die Unsicherheiten über das Ausmass von Auswirkungen oder über die Häufigkeit bzw. Eintrittswahrscheinlichkeit der Szenarien gross sind, werden sie von Fachleuten im Rahmen von Workshops geschätzt. Dabei können auch Ergebnisse aus frequentistischen oder anderen probabilistischen

Modellen (z. B. Ereignis- und Fehlerbaumanalysen) berücksichtigt oder mit in die Expertenerhebung einbezogen werden.³

Bewertungen durch Sachverständige mittels Expertenerhebungen (expert elicitation)⁴ sind ein gängiges Verfahren bei Risikoanalysen. Durch ein sorgfältig durchgeführtes subjektives Erhebungsverfahren (siehe Kap. 4.2) können in Ermangelung ausreichender empirischer Daten Risikowerte (Häufigkeit und Schadensausmass) geschätzt werden. (Beaudrie u. a., 2016)

Diese Schätzungen erfolgen in Gruppendiskussionen, die sich am Delphi-Verfahren orientieren (zur Durchführung der Workshops mittels Delphi-Methode siehe Kap. 4.2).

Auch die Plausibilitätseinschätzung mutwillig herbeigeführter Ereignisse (siehe Kap. 4.5.3, S. 35) erfolgt mittels Delphi-Verfahren.

Dieses Vorgehen ermöglicht es, subjektive Einschätzungen zu Gefährdungen bestmöglich zu objektivieren. Die Zusammensetzung der Expertenteams richtet sich nach den Informationsbedürfnissen, um die verschiedenen Aspekte der Gefährdung (Ursachen, Wirkungsketten, Auswirkungen etc.) bestmöglich zu erfassen.

4.2 Expertenerhebungen

Die Einschätzung von Schadensausmass und Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Plausibilität der Szenarien erfolgt bei KNS als Expertenerhebung (expert elicitation) in eigens dafür durchgeführten Workshops. Die Expertenshops spielen damit eine entscheidende Rolle innerhalb des gesamten KNS-Prozesses.

An den Workshops nimmt je nach Szenario eine unterschiedliche Anzahl von Expertinnen und Experten aus öffentlicher Hand, Wirtschaft und Wissenschaft teil.⁵ Die Zusammensetzung der Experten-Gruppen wird durch das BABS empfohlen und durch die involvierten Fachgremien ergänzt.

³ Frequentistische Wahrscheinlichkeits-Modelle, die auf historisch wiederholt feststellbaren Ereignissen beruhen, werden z. B. für Erdbeben, Hochwasser etc. verwendet. Andere probabilistische Modelle wie Ereignis- und Fehlerbaumanalysen kommen bei Wahrscheinlichkeitsberechnungen für Störfälle bei technischen Anlagen wie z. B. KKWs zur Anwendung.

⁴ Die U.S. Nuclear Regulatory Commission NRC definiert Expertenerhebung (expert elicitation) als «ein formales, hochstrukturiertes und gut dokumentiertes Verfahren zur Erlangung der Urteile mehrerer Experten». (Frye, 2013)

⁵ An den Workshops für KNS 2015 und KNS 2020 waren je Szenario zwischen 4 bis 15 Expertinnen und Experten beteiligt.

Die Expertenerhebungen gewährleisten die Konsistenz, Glaubwürdigkeit und Akzeptanz der Risikoeinschätzungen. Dabei steht die Vielfalt der Ausbildung, Erfahrung und Argumentation innerhalb der Gruppe gegenüber dem Verhandlungsgeschick und der Persönlichkeit der Beteiligten (Frye, 2013) im Vordergrund.

Die Schätzungen erfolgen im Delphi-Verfahren. Dabei gibt es Modifikationen, je nachdem, ob es sich um Gefährdungen mit oder ohne bekannte Grundlagen und Voreinschätzungen handelt. Die Bewertung der Indikatoren zur Plausibilitätseinschätzung erfolgt ebenfalls nach dem Delphi-Verfahren.

Für KNS 2020 wurden – bedingt durch die Corona-Pandemie – bei einigen Expertenworkshops die Werte im schriftlichen Konsultativverfahren erhoben.

Szenarien ohne Voreinschätzung

Für Szenarien ohne Voreinschätzung des Risikos werden das Schadensausmass und die Eintrittswahrscheinlichkeit vollumfänglich durch die Expertenerhebung eingeschätzt. Der Ablauf des dabei angewendeten Delphi-Verfahrens ist wie folgt:

1. Alle Beteiligten werden über die Zielsetzung und den Ablauf des Workshops, das zu bewertende Szenario und die angewendete Methode orientiert.
2. Die Expertinnen und Experten lesen den Entwurf zum Gefährdungsdossier (d. h. das Gefährdungsdossier ohne Risikoabschätzung) durch. Allfällige Fragen werden geklärt und Unklarheiten ggf. korrigiert.
3. Die Fachleute schätzen individuell das Ausmass der Auswirkungen für jeden der 12 Schadensindikatoren sowie die Eintrittswahrscheinlichkeit ein. Die Schätzungen können sich dabei auf die in KNS verwendeten Schadensausmassklassen für die einzelnen Schadensindikatoren (siehe Kap. 4.3.4, S. 19 ff und Tab. 8, S. 40–41) und die Wahrscheinlichkeitsklassen (siehe Tab. 5, S. 32) respektive Plausibilitätsindikatoren (siehe Kap. 4.5.3, S. 35) beziehen oder es können auch konkrete Werte angegeben werden.
4. Die individuellen Einschätzungen werden vom Moderationsteam des BABS gesammelt und der Expertengruppe vorgestellt. Dabei werden Bandbreite und Verteilung der Schätzungen ersichtlich.
5. In einem moderierten Prozess erläutern die Expertinnen und Experten ihre eigenen Schätzungen, in

der Regel beginnend mit den minimalen und maximalen Werten. Die individuellen Schätzungen können daraufhin angepasst werden. Nach Möglichkeit einigt sich die Gruppe auf einen konkreten Wert oder auf eine Ausmass- bzw. Wahrscheinlichkeitsklasse. Ist keine Einigung möglich, wird ein mittlerer Wert der Schätzungen angenommen.

6. Die individuellen Einschätzungen der jeweiligen Fachleute, wesentliche Aspekte der Diskussion und die Werte, auf die sich die Gruppe geeinigt hat, werden dokumentiert.

Szenarien mit Voreinschätzungen

Für Szenarien mit Voreinschätzungen zum Risiko bzw. zur Eintrittswahrscheinlichkeit, die aus der Literatur (z. B. für *Sonnensturm*) oder von Fachgremien (z. B. für *Gefahrgutunfall Schiene* oder *KKW-Unfall*) stammen, werden diese Voreinschätzungen per Expertenerhebung bestätigt und ggf. modifiziert. Das Verfahren dazu ist analog dem oben beschriebenen Delphi-Verfahren.

Plausibilitätseinschätzungen

Die Plausibilitätseinschätzungen für die einzelnen Szenarien mutwillig herbeigeführter Ereignisse erfolgen in einem ersten Schritt in einem Workshop zur Bewertung der Plausibilitätsindikatoren – ebenfalls als Expertenerhebung nach dem oben beschriebenen Delphi-Verfahren (siehe dazu auch Kap. 4.5, S. 32). Im Anschluss daran werden die Plausibilitätsindizes aller mutwillig herbeigeführten Ereignisse in einem Gesamtworkshop diskutiert und validiert.⁶ Dabei kann eine im Einzelworkshop eingeschätzte Plausibilität bei Konsens maximal in eine benachbarte Plausibilitätsklasse verschoben werden.

4.3 Auswirkungen

Bei KNS werden die Auswirkungen bzw. das Schadensausmass der analysierten Szenarien der Intensität «gross» anhand von zwölf verschiedenen Schadensindikatoren abgeschätzt. Dabei wird szenariospezifisch festgelegt, über welchen Zeitraum die Auswirkungen zu berücksichtigen sind.

Die Schadensindikatoren sind den Schadensbereichen *Personen*, *Umwelt*, *Wirtschaft* und *Gesellschaft* zugeordnet und jeweils durch acht Schadensausmassklassen (A 1 bis A 8) mit entsprechenden Kenngrössen definiert (siehe Tab. 3 und Kap. 4.3.4, S. 19). Durch Zuordnung von sog. Grenzkosten zu jedem Indikator können das Schadensausmass monetarisiert und die Schäden aggregiert werden (siehe Tab. 4 und Kap. 4.3.3, S. 18).

⁶ Da sich ein solcher Gesamtworkshop über alle in KNS bewerteten mutwillig herbeigeführten Szenarien bewährt hat, soll für die nächste Revision von KNS geprüft werden, ob auch für alle nicht

mutwillig herbeigeführten Szenarien ein Gesamtworkshop durchgeführt werden soll.

Bei KNS erfolgt die Analyse der Risiken für die Schweiz anhand eines Multikriterien-Ansatzes. Durch die Vielzahl an Schadensindikatoren kann bei der grossen Bandbreite der untersuchten Gefährdungen der Schadenscharakter eines Ereignisses besser erfasst werden. Damit können auch detaillierte Auswirkungsprofile erstellt werden, die bei der Vorsorgeplanung Anwendung finden.

4.3.1 Zeitliche Abgrenzung der Auswirkungen

Die Auswirkungen der unterschiedlichen Gefährdungen treten je nach Ereignis oder Entwicklung und je nach betrachtetem Schadensindikator über sehr unterschiedliche Zeiträume auf. So verursacht bspw. ein Felssturz innerhalb von Sekunden bis Minuten direkte Sachschäden. Es entstehen aber auch Schäden (z. B. Minderung der touristischen Wertschöpfung in einem Tal), die über Wochen zu verzeichnen sind. Bei Gefährdungen, die aus Entwicklungen entstehen (z. B. Ausbreitung invasiver Arten) können Auswirkungen über viele Jahre bis Jahrzehnte hinweg anfallen. Das Projektteam legt szenariospezifisch fest, über welchen Zeitraum die Auswirkungen zu berücksichtigen sind.

4.3.2 Schadensindikatoren

Die Auswirkungen der Gefährdungsszenarien werden anhand von insgesamt 12 Schadensindikatoren aus den 4 Schadensbereichen *Personen*, *Umwelt*, *Wirtschaft* und *Gesellschaft* abgeschätzt. Die Auswahl der Indikatoren erfolgte unter anderem auf der Basis der Bundesverfassung und der darin festgelegten Schutzgüter (siehe

Tab. 3). Die einzelnen Schadensindikatoren werden in Kap. 4.3.4, S. 19 ff beschrieben.

Jedem quantitativ erfassbaren Indikator ist eine Einheit zugeordnet, die das Ausmass der Auswirkungen ausdrückt. Beispielsweise wird der Indikator *W1 – Vermögensschäden* in CHF angegeben. Dort, wo sich die Auswirkungen nicht durch quantitative Einheiten erfassen lassen, werden die Auswirkungen einer qualitativ beschriebenen Ausmassklasse zugeordnet (siehe z. B. *G3 – Einschränkung der territorialen Integrität*).

Bei den Angaben über das Ausmass pro Indikator handelt es sich um eine Differenzbetrachtung: Gezählt werden alle Auswirkungen, die das Ereignis verursachen kann und die ohne das Ereignis nicht vorkommen würden. Bei vielen Schadensindikatoren rufen Alltagsereignisse einen «Sockelbetrag» an Auswirkungen hervor. So sterben jedes Jahr in der Schweiz Personen an Dehydrierung oder im Strassenverkehr. Im Rahmen eines Szenarios sind nur solche Auswirkungen zu erfassen, die – ausgelöst durch das Ereignis oder die Entwicklung – über diesen «Sockelbetrag» hinausgehen. Dies sind z. B. bei Hitzewellen alle hitzebedingten Todesfälle abzüglich derjenigen, die es auch ohne eine ausgeprägte Hitzewelle aufgrund von Dehydrierung gegeben hätte.

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die verwendeten Schadensindikatoren mit Angabe der relevanten Artikel in der Bundesverfassung. Die Schadensindikatoren beziehen sich auf die dort thematisierten Schutzgüter.

Tabelle 3: Übersicht über die untersuchten Schadensindikatoren mit Angabe entsprechender Artikel in der Bundesverfassung

Schadensbereich	Schadensindikator	Grundlagen Bundesverfassung
Personen	P1 Todesopfer	Art. 10, 57, 58, 61, 118
	P2 Verletzte / Kranke	Art. 10, 57, 58, 61, 118
	P3 Unterstützungsbedürftige	Art. 12, 115
Umwelt	U1 Geschädigte Ökosysteme	Art. 74, 76, 77, 78, 104
Wirtschaft	W1 Vermögensschäden und Bewältigungskosten	Art. 61
	W2 Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit	Art. 100
Gesellschaft	G1 Versorgungsengpässe und -unterbrüche	Art. 102
	G2 Einschränkung von Ordnung und innerer Sicherheit	Art. 52, 185
	G3 Einschränkung der territorialen Integrität	Art. 58
	G4 Schädigung und Verlust von Kulturgütern	Art. 2, 69, 78
	G5 Geschädigtes Ansehen der Schweiz	Art. 54
	G6 Vertrauensverlust in Staat / Institutionen	Präambel, Art. 2, 5

4.3.3 Monetarisierung und Aggregation der Schäden

Um die mit den zwölf Schadensindikatoren erfassten Auswirkungen in einem Risikodiagramm darstellen zu können, werden die erhobenen Schäden in einen Geldbetrag umgerechnet, d. h. monetarisiert.

Für die Monetarisierung werden für jeden Schadensindikator Grenzkosten definiert (siehe Tab. 4). Diese repräsentieren in etwa den Geldbetrag, den die Gesellschaft voraussichtlich einzusetzen bereit wäre, damit ein bestimmter Schaden um eine Schadenseinheit reduziert werden kann. (BABS, 2003; Ecoplan, 2016)

Für die Monetarisierung der nicht quantitativ definierten Indikatoren wird der gemittelte Wert der entsprechenden Ausmassklasse des Schadensindikators W1 - *Vermögensschäden und Bewältigungskosten* verwendet (siehe Fussnote 7, S. 19 und Indikator W1 S. 23).

Die monetarisierten Schäden der einzelnen Schadensindikatoren werden aufsummiert, d. h. aggregiert. Der aggregierte Schaden eines Szenarios stellt somit ein Mass für die Auswirkungen über alle Schadensindikatoren dar. Er entspricht damit nicht nur den unmittelbaren Kosten, die das Ereignis verursacht, sondern stellt vielmehr das gesamte Schadenpotenzial dar, das eine bestimmte Gefährdung in Bezug auf alle untersuchten Schadensindikatoren aufweist.

Der aggregierte Schaden widerspiegelt ebenso materielle Schäden wie Sachschäden oder auch immaterielle Schäden. Die Umrechnung in Geldwerte ermöglicht die Vergleichbarkeit der verschiedenen Szenarien bezüglich der damit verbundenen Schäden.

Tabelle 4: Übersicht über die in KNS 2020 verwendeten Grenzkosten zur Monetarisierung der Schäden

Schadensindikator	Einheit	Grenzkosten pro Einheit
P1 Todesopfer	Anzahl Personen	6 Mio. CHF*
P2 Verletzte / Kranke	Anzahl Personen	500 000 CHF
P3 Unterstützungsbedürftige	Personentage (Anzahl Personen mal Tage)	250 CHF
U1 Geschädigte Ökosysteme	Betroffene Fläche mal Anzahl Jahre der Beeinträchtigung (km ² mal Jahr)	330 000 CHF
W1 Vermögensschäden und Bewältigungskosten	CHF	1
W2 Reduktion der wirtschaftliche Leistungsfähigkeit	CHF	1
G1 Versorgungsengpässe und -unterbrüche	Personentage (Anzahl Personen mal Tage)	500 CHF
G2 Einschränkungen von Ordnung und innerer Sicherheit	Personentage (Anzahl Personen mal Tage)	500 CHF
G3 Einschränkung der territorialen Integrität	Qualitativ nach Intensität und Dauer 5 Klassen	Gemittelter Wert in CHF der entsprechenden Klasse W1
G4 Schädigung und Verlust von Kulturgütern	Qualitativ nach Bedeutung und Anzahl 6 Klassen	Gemittelter Wert in CHF der entsprechenden Klasse W1
G5 Geschädigtes Ansehen der Schweiz	Qualitativ nach Intensität und Dauer, 8 Klassen	Gemittelter Wert in CHF der entsprechenden Klasse W1
G6 Vertrauensverlust in Staat / Institutionen	Qualitativ nach Bedeutung und Dauer 8 Klassen	Gemittelter Wert in CHF der entsprechenden Klasse W1

* Die 6 Mio. CHF verteilen sich mit 5 Mio. CHF auf P1 – Personen und 1 Mio. CHF auf W2 – Reduktion der wirtschaftl. Leistungsfähigkeit.

4.3.4 Beschreibung der Schadensindikatoren

Nachfolgend werden die zwölf Schadensindikatoren der vier Schadensbereiche beschrieben.

Für jeden Schadensindikator werden die acht Schadensausmassklassen mit den Intervallen in der entsprechenden Masseinheit angegeben (siehe S. 19 ff).

Die bei den einzelnen Schadensindikatoren zudem für jede Klasse in Klammern angegebenen mittleren Werte⁷ einer Schadensausmassklasse werden bei Klassenschätzungen für die Berechnung des aggregierten Schadensausmasses verwendet.

Personen

Die Indikatoren des Schadensbereichs «Personen» erfassen die Auswirkung einer Gefährdung auf Leib und Leben der Bevölkerung (P1, P2). Sie schliessen die psychische Gesundheit mit ein (P2). P3 berücksichtigt die durch eine Gefährdung hervorgerufene Unterstützungsbedürftigkeit.

P1 – Todesopfer

Der Schadensindikator P1 berücksichtigt die Anzahl aller Personen, deren Tod sich direkt auf das Ereignis zurückführen lässt.

P1 – Todesopfer: Anzahl Personen							
A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
≤ 10	11 – 30	31 – 100	> 100 – 300	> 300 – 1000	> 1000 – 3000	> 3000 – 10 000	> 10 000
(5,5)	(17)	(55)	(170)	(550)	(1700)	(5500)	(17 000)

⁷ Der einem Klassenintervall (Min–Max) zugeordnete mittlere Wert M_w entspricht etwa dem Wert $M_w = 10^{\frac{\log(\text{Min}) + \log(\text{Max})}{2}}$

P2 – Verletzte / Kranke

Der Indikator P2 umfasst die Anzahl Personen, die eine Verletzung oder Krankheit erleiden, welche sich direkt auf das Ereignis zurückführen lässt.

Berücksichtigt sind Formen physischer und psychischer Krankheiten oder Verletzungen, die mit der Gefährdung in Verbindung stehen. Es werden drei Stufen unterschieden.

Als Einheit werden alle Personen erfasst, die sich aufgrund des Ereignisses verletzen oder erkranken. Entsprechend sind alle drei oben dargestellten Schweregrade zu schätzen.

Personen, die ihren Verletzungen oder ihrer Krankheit erliegen, werden nicht von diesem Indikator, sondern dem Indikator *P1 – Todesopfer* erfasst.

Personen, die einmalige psychologische Nothilfe benötigen, die jedoch keine eigentliche psychologische Erkrankung haben, werden durch den Indikator *P3 – Unterstützungsbedürftige* berücksichtigt.

Die unterschiedlichen Schweregrade von Verletzungen werden nach ihrer Bedeutung mithilfe von Gewichtungsfaktoren aggregiert.⁸

P2 – Verletzte / Kranke: Anzahl Personen mit Berücksichtigung der Verletzung / Erkrankung

A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
≤ 100	> 100 – 300	> 300 – 1000	> 1000 – 3000	> 3000 – 10 000	> 10 000 – 30 000	> 30 000 – 100 000	> 100 000
(55)	(170)	(550)	(1700)	(5500)	(17 000)	(55 000)	(170 000)

Einteilung von Verletzungen und Erkrankungen mit Gewichtungsfaktoren nach ihrer Bedeutung

Stufe	Verletzung	Erkrankung	Gewichtung Faktor
schwer	Spitalaufenthalt von mindestens 7 Tagen.	Chronische Erkrankung, medizinische Behandlung erforderlich.	1
mittelschwer	Spitalaufenthalt von 1 bis 6 Tagen.	Schwere, lang anhaltende Erkrankung mit vollständiger Genesung, medizinische Behandlung erforderlich.	0,1
leicht	Keine bleibenden körperlichen Schäden, medizinische Behandlung, aber kein Spitalaufenthalt.	Leichte Erkrankung mit vollständiger Genesung, medizinische Behandlung erforderlich.	0,003

⁸ Die Faktoren für die Gewichtung wurden basierend auf Bickel und Friedrich (2005) hergeleitet.

P3 – Unterstützungsbedürftige

Der Indikator P3 erfasst Personen, die vor, während oder nach einem Ereignis zu evakuieren, temporär unterzubringen oder anderweitig zu betreuen sind. Es handelt sich dabei beispielsweise um das Unterbringen in Notunterkünften, das Versorgen von Personen in von der Aussenwelt abgeschnittenen Ortschaften mit Lebensmitteln oder psychologische Nothilfe für Personen, die jedoch keine eigentliche psychische Krankheit erleiden. Erfasst wird die Dauer der Unterstützungsbedürftigkeit der direkt betroffenen Personen. Auswirkungen, wie Versorgungsengpässe und -unterbrüche für grössere Bevölkerungsteile, werden nicht durch P3, sondern mit dem Indikator *G1 – Versorgungsunterbrüche und -engpässe* erfasst.

Die Unterstützungsbedürftigkeit wird in der Einheit Personentage angegeben. Darunter wird das Produkt aus der

Anzahl unterstützungsbedürftiger Personen und der Dauer der Beeinträchtigung in Tagen verstanden. Es wird die effektive Dauer der Unterstützungsbedürftigkeit über die betroffenen Personen zusammengezählt. Pro Person ist die Minstdauer ein Tag. Erfasst wird die Dauer, während der eine Unterstützungsbedürftigkeit besteht, nicht jedoch die Dauer, während der die Unterstützungsleistungen bereitgestellt werden. So wird z. B. gezählt, über wie viele Tage die betroffene Anzahl traumatisierter Personen nach einem Ereignis psychologische Nothilfe benötigen und nicht die Dauer, in welcher die Mitglieder der Betreuung leistenden Organisationen im Einsatz sind.

Die Kosten für die Erbringung der Unterstützungsleistungen berücksichtigt der Indikator *W1 – Vermögensschäden und Bewältigungskosten*.

P3 – Unterstützungsbedürftige: Personentage (Anzahl Personen mal Tage)							
A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
≤ 200 000	> 200 000 – 600 000	> 600 000 – 2 Mio.	> 2 – 6 Mio.	> 6 – 20 Mio.	> 20 – 60 Mio.	> 60 – 200 Mio.	> 200 Mio.
(110 000)	(350 000)	(1,1 Mio.)	(3,5 Mio.)	(11 Mio.)	(35 Mio.)	(110 Mio.)	(350 Mio.)

Umwelt

Der Indikator des Schadensbereichs Umwelt erfasst die Auswirkung einer Gefährdung auf die Umwelt. Zu den Auswirkungen zählen hier in erster Linie Gewässer- oder Bodenbelastungen, Veränderungen des Erbmaterials von Organismen oder der biologischen Vielfalt.

U1 – Geschädigte Ökosysteme

Der Indikator U1 gibt die Grösse und die Dauer einer Schädigung von Ökosystemen an (Wald, Agrarland, Fließgewässer, Seen, Ödland), die von einer erheblichen physischen Schädigung betroffen sind und die sich auf natürlichem Wege nur über sehr lange Zeiträume oder gar nicht erholen können. Schädigungen können z. B. hervorgerufen werden durch chemische oder radiologische Belastungen, biologische oder nichtbiologische Kontaminationen, z. B. mit invasiven Neophyten, oder durch physische Beeinträchtigungen wie bspw. Erosion.

Als Schädigung wird dabei sowohl der Schaden am Ökosystem wie auch die Beeinträchtigung von Ökosystemleistungen verstanden.

Als geschädigt gilt ein Ökosystem zum Beispiel, wenn das natürliche Gleichgewicht wesentlich gestört wird oder die Bodenfruchtbarkeit deutlich beeinträchtigt ist. So werden beispielsweise schwere chemische Verschmutzungen von Oberflächengewässern mit dem Indikator U1 erfasst. Wenn infolge längerer Trockenheit der Wasserpegel eines Sees deutlich absinkt, ohne jedoch Fauna und Flora mittel- bis langfristig zu schädigen, wird dies nicht als Schädigung des Ökosystems betrachtet.

Beeinträchtigungen von Ökosystemleistungen sollen hier nur berücksichtigt werden, falls die Leistungseinschränkung nicht von anderen Indikatoren abgedeckt wird (z. B.

die Nutzung für Freizeit und Erholung). Ist die Trinkwasserversorgung aus Oberflächengewässern für Bevölkerungsteile infolge einer Trockenheit eingeschränkt, so wird dies mit dem Indikator *G1 – Versorgungsengpässe und -unterbrüche* erfasst. Die wirtschaftlichen Folgen einer Schädigung von Ökosystemen werden nicht mit dem Indikator U1, sondern mit den Wirtschaftsindikatoren W1 und W2 erfasst.

Beeinträchtigungen werden in der Einheit Flächenjahr (km^2 mal Jahr) angegeben. Darunter wird das Produkt der betroffenen Fläche mit der Anzahl Jahre der Beeinträchtigung verstanden. Ist eine Fläche gleichzeitig von mehreren Auswirkungen betroffen, wird diese nur einmal erfasst.

Die Dauer der Beeinträchtigung entspricht dem Zeitraum der Schädigung des Ökosystems bzw. der Einschränkung der Nutzung (z. B. Anbaubeschränkung auf landwirtschaftlichen Flächen aufgrund einer Kontamination). Der Zyklus unterschiedlicher Stadien von Ökosystemen, z. B. bei bewirtschafteten Wäldern, soll berücksichtigt werden. Als geschädigt ist ein Ökosystem solange zu betrachten, bis wieder ein «normaler» Zustand erreicht wird. Bei der Schädigung von Wäldern, beispielsweise nach grossflächigem Waldbrand, zählt die Zeit, bis sich die Verjüngung wieder etabliert hat.

U1 – Geschädigte Ökosysteme: Betroffene Fläche mal Anzahl Jahre der Beeinträchtigung (km^2 mal Jahr)

A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
≤ 150	> 150 – 450	> 450 – 1500	> 1500 – 4500	> 4500 – 15 000	> 15 000 – 45 000	> 45 000 – 150 000	> 150 000
(82)	(260)	(820)	(2600)	(8200)	(26 000)	(82 000)	(260 000)

Wirtschaft

Wirtschaftliche Auswirkungen und Schädigungen werden als Vermögensschäden und als Kosten für die Bewältigung (W1) sowie als Verringerung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (W2) erfasst.

W1 – Vermögensschäden und Bewältigungskosten

Der Schadensindikator W1 misst Schäden an bestehenden Vermögenswerten und die Kosten der Bewältigung.

Das Vermögen besteht zum einen aus Anlagegütern⁹ und zum anderen aus finanziellem Vermögen¹⁰. Der Indikator erfasst alle Schäden am Vermögen, auch wenn beispielsweise Versicherungsunternehmen oder der Staat die Kosten ausgleichen.

Zu den Kosten der Bewältigung sind z. B. ebenfalls die Kosten für Einsatzkräfte, Notunterkünfte und die Versorgung der Unterstützungsbedürftigen zu zählen.

Der Indikator wird nachfolgend am Beispiel Hochwasser verdeutlicht: Ein Hochwasser verursacht Schäden an mehreren Gebäuden und einem Produktionsbetrieb. Es

entstehen Kosten durch das Auspumpen von Kellern und die Beseitigung von Geschiebe und Schwemmholz (Bewältigungskosten). Der Sachschaden bedeutet einen Vermögensschaden, da die Gebäude und Anlagen nun weniger wert sind.

Je nach den Auswirkungen der Gefährdungen kann zur Abschätzung der Vermögensschäden ein unterschiedlicher Blickwinkel gewählt werden:

- Gesamtwirtschaftlich: Schweizweite Bewältigungskosten und Schäden am Volksvermögen.¹¹
- Individuell oder kleinräumig: Bewältigungskosten und Vermögensschäden für Individuen oder in einer räumlich begrenzten Einheit.¹²

W1 – Vermögensschäden und Bewältigungskosten: CHF

A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
≤ 50 Mio.	> 50 – 150 Mio.	> 150 – 500 Mio.	> 0,5 – 1,5 Mrd.	> 1,5 – 5 Mrd.	> 5 – 15 Mrd.	> 15 – 50 Mrd.	> 50 Mrd.
(27 Mio.)	(87 Mio.)	(270 Mio.)	(870 Mio.)	(2,7 Mrd.)	(8,7 Mrd.)	(27 Mrd.)	(87 Mrd.)

⁹ Anlagegüter werden auch als Sachkapital bezeichnet, z. B. Immobilien, Produktionsanlagen, Hausrat, Nutztiere. In der Schweiz umfassen die Anlagegüter Hochbauten, Tiefbauten, Maschinen und Ausrüstungsgüter, Nutztiere und Nutzpflanzung sowie Computerprogramme (vgl. BFS-Indikator T10 «Nichtfinanzieller Nettokapitalstock»).

¹⁰ Finanzielle Vermögen umfassen u. a. Bargeld, Aktien, Ansprüche gegenüber Pensionskassen. Das finanzielle Vermögen entspricht

dem Saldo aus Forderungen (Aktiva) und Verbindlichkeiten (Passiva), vgl. SNB «Nettofinanzvermögen».

¹¹ Inkl. Nettovermögen der Schweiz im Ausland. Vor allem relevant bei Gefährdungen, die einheitlich für das ganze Land gelten, z. B. steigende Gesundheitskosten im Zusammenhang mit Zivilisationskrankheiten.

¹² Vor allem relevant bei räumlich begrenzten Ereignissen, z. B. Erdbeben, Gefahrgutunfall.

W2 – Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit

Der Schadensindikator W2 umfasst indirekte wirtschaftliche Auswirkungen, welche die Wertschöpfung in der Schweiz reduzieren. Während der Indikator *W1 – Vermögensschäden und Bewältigungskosten* also die Kosten der Bewältigung und die Schäden am bestehenden Vermögen erfasst, berücksichtigt W2 die Folgen für die künftige Wertschöpfung.

Der Indikator wird wiederum am Beispiel Hochwasser verdeutlicht (vgl. Beispiel unter W1): Der vom Hochwasser betroffene Betrieb kann aufgrund der entstandenen Schäden mehrere Wochen nicht produzieren. Er muss aus diesem Grund Ertragsausfälle hinnehmen.

Je nach den Auswirkungen der Gefährdungen kann zur Abschätzung der Vermögensschäden ein unterschiedlicher Blickwinkel gewählt werden:

- Gesamtwirtschaftlich: Als Indikator für die gesamtwirtschaftliche Leistungsfähigkeit wird die Summe der inländischen Wertschöpfung verwendet. Diese wird im Bruttoinlandsprodukt (BIP) quantifiziert. Eine Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit entspricht also einer Abnahme des BIP.¹³
- Individuell oder kleinräumig: Eine Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit der Betroffenen oder einer räumlich begrenzten Einheit.¹⁴

W2 – Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit: CHF

A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
≤ 50 Mio.	> 50 – 150 Mio.	> 150 – 500 Mio.	> 0,5 – 1,5 Mrd.	> 1,5 – 5 Mrd.	> 5 – 15 Mrd.	> 15 – 50 Mrd.	> 50 Mrd.
(27 Mio.)	(87 Mio.)	(270 Mio.)	(870 Mio.)	(2,7 Mrd.)	(8,7 Mrd.)	(27 Mrd.)	(87 Mrd.)

¹³ Z. B. bei einem schweren Erdbeben, das zu einem längeren Unterbruch der meisten wirtschaftlichen Aktivitäten führt.

¹⁴ Beispielsweise wird eine Beeinträchtigung des Vertriebs von produzierten Waren durch einen Unterbruch von Verkehrswegen über den Wertschöpfungsverlust erfasst.

Gesellschaft

Im Schadensbereich Gesellschaft werden wesentliche Störungen des täglichen Lebens erfasst, die von der untersuchten Gefährdung ausgelöst werden. Es handelt sich zum einen um Auswirkungen auf die Bevölkerung in der Schweiz, z. B. durch Versorgungsengpässe oder -unterbrüche (G1) oder die Einschränkung von Ordnung und innerer Sicherheit (G2). Zum anderen werden Auswirkungen für den Staat erfasst: eine Einschränkung der territorialen Integrität (G3), eine Schädigung oder ein Verlust von

Kulturgütern (G4), eine Schädigung des Ansehens der Schweiz im Ausland (G5) oder ein Vertrauensverlust der Schweizer Bevölkerung in den Staat oder Institutionen (G6).

Für die Monetarisierung der nicht quantitativ definierten Indikatoren, z. B. Schädigung oder Verlust von Kulturgütern werden die gemittelten Werte der entsprechenden Ausmassklasse des Schadensindikators *W1 – Vermögensschäden und Bewältigungskosten* verwendet.

G1 – Versorgungsengpässe und -unterbrüche

Dieser Indikator umfasst den Ausfall oder eine starke Einschränkung der Versorgung der gesamten Bevölkerung oder Teile davon mit wichtigen Gütern oder Dienstleistungen. Sie werden gemäss ihrer Bedeutung in drei Gruppen eingeteilt.¹⁵

Die Einschränkung der Versorgung wird als Produkt aus der Anzahl eingeschränkter Personen und der Dauer der Beeinträchtigung in Tagen verstanden. Es wird die effektive Dauer der Einschränkung der Versorgung für die betroffenen Personen erfasst. Berücksichtigt wird also die

Dauer, über die eine Einschränkung tatsächlich besteht. So wird z. B. gezählt, wie lange eine Unterbrechung der Stromversorgung insgesamt besteht, also die Summe der Ausfallzeiten, und nicht über wie viele Tage sich eine Strombewirtschaftung mit täglicher Unterbrechung von wenigen Stunden erstreckt.

Wirtschaftliche Folgewirkungen erfassen die Indikatoren *W1 – Vermögensschäden und Bewältigungskosten* und *W2 – Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit*.

G1 – Versorgungsengpässe und -unterbrüche: Personentage (Anzahl Personen mal Tage)

A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
≤ 100 000	> 100 000 – 300 000	> 300 000 – 1 Mio.	1 – 3 Mio.	> 3 – 10 Mio.	> 10 – 30 Mio.	> 30 – 100 Mio.	> 100 Mio.
(55 000)	(170 000)	(550 000)	(1,7 Mio.)	(5,5 Mio.)	(17 Mio.)	(55 Mio.)	(170 Mio.)

Einteilung von Gütern und Dienstleistungen mit Umrechnungsfaktoren nach ihrer Bedeutung

Bedeutung	Güter	Dienstleistungen	Gewichtung Faktor
lebensnotwendig	Trinkwasser, Nahrungsmittel zur Grundversorgung, Medikamente	Medizinische Notfallversorgung, Kommunikation Einsatzkräfte	1
sehr wichtig	Strom, Heizenergie, Gas, Treibstoffe, Unterkunft	Ambulante und stationäre ärztliche Versorgung (ausser Notfallversorgung), ambulante Krankenpflege	0,1
wichtig	Sonstige Nahrungsmittel, Kleidung	Telefon, IT, TV, Transport / Verkehr (Strasse, Schiene, Schifffahrt etc.)	0,001

¹⁵ Für die Gewichtung stehen derzeit keine systematischen Grundlagen zur Verfügung. Die Faktoren werden daher im Verlauf der praktischen Arbeit mit der Methode validiert und angepasst.

G2 – Einschränkungen von Ordnung und innerer Sicherheit

Der Indikator erfasst, für wie viele in der Schweiz lebende Personen über welchen Zeitraum die Ordnung und die

Sicherheit eingeschränkt sind. Gemeint sind Beeinträchtigungen infolge von inneren Unruhen, die den Alltag der Bevölkerung belasten oder übergebühlich einschränken. Die Einschränkung wird in Personentagen gemessen. Pro Person beträgt die Mindestdauer einen Tag.

G2 – Einschränkung von Ordnung und Innerer Sicherheit: Personentage (Anzahl Personen mal Tage)							
A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
≤ 100 000	> 100 000 – 300 000	> 300 000 – 1 Mio.	1 – 3 Mio.	> 3 – 10 Mio.	> 10 – 30 Mio.	> 30 – 100 Mio.	> 100 Mio.
(55 000)	(170 000)	(550 000)	(1,7 Mio.)	(5,5 Mio.)	(17 Mio.)	(55 Mio.)	(170 Mio.)

G3 – Einschränkung der territorialen Integrität

Der Indikator beschreibt qualitativ die Intensität einer Verletzung des Schweizer Territoriums. Im Zentrum stehen Verletzungen des Schweizer Luftraums und Inbesitznahme von Schweizer Boden.

Der Indikator erfasst unterschiedliche Formen von Verletzungen des Schweizer Territoriums, die von einem anderen Staat ausgehen können. Er berücksichtigt die Intensität und die Dauer der Einschränkung.

Die Auswirkungen werden erst ab der Ausmassklasse A4 bestimmt, da nur Verletzungen erfasst werden, die zu einer deutlichen Einschränkung der territorialen Integrität oder zu ausgeprägten zwischenstaatlichen Spannungen führen können.

G3 – Einschränkung der territoriale Integrität: Qualitativ nach Intensität und Dauer

A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
-	-	-	Kurzzeitige, bewusste Verletzung der territorialen Integrität (z. B. zivile oder militärische Operationen ausländischer Sicherheitskräfte auf Schweizer Boden)	Kurzzeitige, schwerwiegende Verletzung der territorialen Integrität (z. B. wiederholte zivile oder militärische Operationen ausländischer Sicherheitskräfte auf Schweizer Boden)	Zeitlich begrenzte, schwerwiegende Verletzung der territorialen Integrität (z. B. temporäre Besetzung einer begrenzten Fläche Schweizer Bodens)	Zeitlich begrenzte, sehr schwerwiegende Verletzung der territorialen Integrität (z. B. temporäre Besetzung einer erheblichen Fläche in der Schweiz)	Lang andauernde, sehr schwerwiegende Verletzung der territorialen Integrität (z. B. Besetzung eines bedeutenden Teiles der Schweiz)
(27 Mio.)	(87 Mio.)	(270 Mio.)	(870 Mio.)	(2,7 Mrd.)	(8,7 Mrd.)	(27 Mrd.)	(87 Mrd.)

G4 – Schädigung und Verlust von Kulturgütern

Der Indikator erfasst qualitativ die Schädigung oder den Verlust von Kulturgütern der Schweiz.

Schützenswerte Kulturgüter umfassen bewegliche oder unbewegliche Güter, die für das kulturelle Erbe der Völker von grosser Bedeutung sind. Beispiele dafür sind Bauwerke, Kunstwerke, Denkmäler, archäologische Stätten, Bücher, Manuskripte, wissenschaftliche Sammlungen, Archivalien oder Reproduktionen des Kulturgutes. Auch Gebäude wie Museen, Bibliotheken, Archive, Klöster oder Orte gehören dazu, in denen das bewegliche Kulturgut in Sicherheit gebracht werden kann.¹⁶

Es wird unterschieden zwischen Kulturgütern lokaler oder regionaler (B-Objekte) und nationaler (A-Objekte) Bedeutung sowie Objekten unter «verstärktem Schutz» (vgl. Eidgenössische Kommission für Kulturgüterschutz gemäss Zweitem Protokoll zum Haager Abkommen).

Als «Schädigung» gelten schwere Einwirkungen auf Kulturgüter, die diese zerstören oder dazu führen, dass ein zeitlich oder finanziell hoher Aufwand erforderlich ist, damit die Kulturgüter restauriert oder wiederhergestellt werden können.

«Verlust» umfasst das Entwenden (Diebstahl, Raub) sowie das irreversible Zerstören (z. B. infolge Brand, Explosion, Wasser).

G4 – Schädigung und Verlust von Kulturgütern: Qualitativ nach Bedeutung und Anzahl

A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
Schädigung oder Verlust von einzelnen Kulturgütern lokaler Bedeutung	Schädigung oder Verlust mehrerer Kulturgüter lokaler Bedeutung oder einzelner Kulturgüter regionaler Bedeutung	Schädigung oder Verlust mehrerer Kulturgüter regionaler Bedeutung oder einzelner Kulturgüter nationaler Bedeutung	Schädigung oder Verlust vieler Kulturgüter regionaler Bedeutung und einzelner Kulturgüter nationaler Bedeutung	Schädigung oder Verlust mehrerer Kulturgüter nationaler Bedeutung	Schädigung oder Verlust mehrerer Kulturgüter nat. Bedeutung und weniger Kulturgüter internationaler Bedeutung (unter verstärktem Schutz)	-	-
(27 Mio.)	(87 Mio.)	(270 Mio.)	(870 Mio.)	(2,7 Mrd.)	(8,7 Mrd.)	-	-

¹⁶ Vgl. dazu Haager Abkommen von 1954, Art. 1. (SR 0.520.3)

G5 – Geschädigtes Ansehen der Schweiz

Dieser Indikator umfasst die Intensität und Dauer einer Schädigung des Ansehens der Schweiz im Ausland. Als Beispiel kann eine Schädigung des Rufs der Schweiz angeführt werden, die dazu führt, dass die Schweiz als Partner von bi- und multilateralen sowie internationalen Ab-

kommen ausgeschlossen wird, oder als Wirtschaftsstandort oder Tourismus-/Veranstaltungsdestination gemieden wird.

Der Indikator erfasst qualitativ die Intensität der Schädigung des Ansehens und die Dauer der Schädigung.

G5 – Geschädigtes Ansehen der Schweiz: Qualitativ nach Intensität und Dauer

A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
Wenige Tage dauernde und auf Themen mittlerer Bedeutung bezogene Schädigung des Ansehens (z. B. negative Bericht-erstattung in ausländischen Medien)	Eine bis wenige Wochen dauernde und auf Themen mittlerer Bedeutung bezogene Schädigung des Ansehens (z. B. negative Bericht-erstattung in ausländischen Medien)	Eine bis wenige Wochen dauernde und auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Ansehens (z. B. negative Bericht-erstattung in ausländischen Medien)	Mehrere Wochen andauernde, auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Ansehens, jedoch mit geringen Folgen für die Stellung der Schweiz und die internationale Kooperation	Mehrere Wochen andauernde, auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Ansehens, jedoch mit Folgen für die Stellung der Schweiz und für die internationale Kooperation (z. B. Kündigung von Verträgen mit der Schweiz, temporäre Ausweisung des Schweizer Botschafters)	Mehrere Wochen andauernde, wesentliche Schädigung des Ansehens mit Folgen für die Stellung der Schweiz und für die internationale Kooperation (z. B. Kündigung von bedeutenden Verträgen mit der Schweiz, Ausweisung des Schweizer Botschafters)	Bis einige Monate andauernde, wesentliche Schädigung des Ansehens mit deutlichen Folgen für die Stellung der Schweiz und für die internationale Kooperation (z. B. politische Isolation, Boykotte)	Dauerhafter, schwerwiegender bis zu irreversibler Verlust des Ansehens mit weitreichenden Folgen für die Stellung der Schweiz und für die internationale Kooperation (z. B. politische Isolation, Boykotte)
(27 Mio.)	(87 Mio.)	(270 Mio.)	(870 Mio.)	(2,7 Mrd.)	(8,7 Mrd.)	(27 Mrd.)	(87 Mrd.)

G6 – Vertrauensverlust in Staat / Institutionen

Der Indikator G6 umfasst die Intensität einer Schädigung des Vertrauens in den Staat insgesamt oder in seine Institutionen sowie den Anteil der Bevölkerung, der das Vertrauen verliert. Die Institutionen umfassen exekutive, legislative, judikative sowie staatliche oder kantonale Organisationen, wie beispielsweise Parlamente, Gerichte, Departemente, Verwaltungseinheiten, Armee, Polizei sowie staatliche oder staatsnahe Körperschaften.

Die Intensität des Vertrauensverlustes wird qualitativ beschrieben und umfasst beispielsweise, ob sich der Vertrauensverlust auf einzelne Verwaltungseinheiten oder die gesamte Verwaltung der verschiedenen föderalen Ebenen bezieht.

G6 – Vertrauensverlust in Staat / Institutionen: Qualitativ nach Bedeutung und Dauer

A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
Wenige Tage dauernde und auf Themen mittlerer Bedeutung bezogene Beeinträchtigung des Vertrauens (z. B. sehr kritische Berichterstattung in Schweizer Medien)	Eine bis wenige Wochen dauernde und auf Themen mittlerer Bedeutung bezogene Schädigung des Vertrauens (z. B. sehr kritische Berichterstattung in Schweizer Medien, vereinzelt Demonstrationen)	Eine bis wenige Wochen dauernde und auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Vertrauens (z. B. extrem kritische Berichterstattung in Schweizer Medien; vereinzelt Demonstrationen)	Wenige bis mehrere Wochen andauernde und auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Vertrauens (z. B. Streiks, grössere Demonstrationen)	Mehrere Wochen andauernde und auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Vertrauens (z. B. Vielzahl von Streiks, vereinzelte Massendemonstrationen)	Mehrere Wochen andauernde, wesentliche Schädigung des allgemeinen Vertrauens (z. B. lang andauernde Streiks in vielen Bereichen, Massendemonstrationen in der gesamten Schweiz)	Bis einige Monate andauernde, wesentliche Schädigung des allgemeinen Vertrauens (z. B. Generalstreiks)	Dauerhafter, schwerwiegender bis zu irreversibler Verlust des allgemeinen Vertrauens (Bildung lokaler oder regionaler Gruppierungen, die das öffentliche Leben selbst organisieren bis hin zu Bürgerwehren)
(27 Mio.)	(87 Mio.)	(270 Mio.)	(870 Mio.)	(2,7 Mrd.)	(8,7 Mrd.)	(27 Mrd.)	(87 Mrd.)

4.4 Eintrittswahrscheinlichkeit

Die Eintrittswahrscheinlichkeit der Szenarien ist neben dem Schadensausmass der zweite Faktor, der in die Risikoermittlung einfließt. KNS erfasst die Eintrittswahrscheinlichkeit für nicht mutwillig herbeigeführte Ereignisse. Für mutwillig herbeigeführte Ereignisse wird hingegen die Plausibilität eingeschätzt (siehe Kap. 4.5, S. 32).

Die Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit in KNS stützt sich im Wesentlichen auf die Bewertung durch Sachverständige (expert elicitation) ab, die in gefährdungsspezifischen Workshops konsensual ermittelt wird. Dabei können auch Ergebnisse aus frequentistischen oder probabilistischen Modellen berücksichtigt oder mit einbezogen werden.

Als Mass für die Eintrittswahrscheinlichkeit wird bei KNS die «Wiederkehrperiode» – bezeichnet als «Häufigkeit» – angegeben.

Die Einschätzung wird anhand von 8 Wahrscheinlichkeitsklassen vorgenommen.

4.4.1 Eintrittswahrscheinlichkeit, Wiederkehrperiode und Häufigkeit

In Risikoanalysen wird anstelle der Eintrittswahrscheinlichkeit auch die Angabe der Wiederkehrperiode oder der Häufigkeit (Jährlichkeit) verwendet. Alle Werte stehen miteinander in Beziehung und lassen sich ineinander umrechnen.¹⁷ Massgebend sind dabei einzig die Wiederkehrperiode und der Betrachtungszeitraum.

In der Schweiz ist es im Bevölkerungsschutz üblich, die Wiederkehrperiode – bezeichnet als «Häufigkeit» – anzugeben.

Die Wahrscheinlichkeit bezieht sich auf ein mögliches Ereignis. Es geht darum, zu bestimmen, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein gewisses Ereignis mindestens einmal in einem definierten Zeitraum eintritt (z. B. für ein Eintreten in den nächsten 5 oder 10 Jahren), wenn die Bedingungen für das Eintreten in diesem bestimmten Fall gegeben sind. Die Wahrscheinlichkeit nimmt immer einen Wert zwischen 0 und 1 an. Gleichbedeutend ist ein Wert zwischen 0 und 100 %.

Die Wiederkehrperiode steht für eine Zeitspanne in Jahren, in der ein bestimmtes Ereignis gemäss statistischen Berechnungen oder Schätzungen im Durchschnitt einmal erwartet wird. Die Angabe erfolgt als (1-mal in x Jahren).

Die Häufigkeit (auch Jährlichkeit) gibt die erwartete Anzahl Ereignisse pro Jahr an. Die Angabe erfolgt als x-mal pro Jahr. Die Häufigkeit entspricht dem Kehrwert der Wiederkehrperiode. Die Beziehung der Grössen ist in Tab. 5, S. 32 dargestellt.

4.4.2 Wahrscheinlichkeitsklassen

Die Eintrittswahrscheinlichkeit (bzw. Wiederkehrperiode oder Häufigkeit), mit der ein Gefährdungsszenario erwartungsgemäss eintritt, wird bei Gefährdungen aus den Bereichen Natur und Technik (und zum Teil auch Gesellschaft) möglichst präzise bestimmt, beispielsweise auf Grundlage von Statistiken oder – wenn keine ausreichenden Datengrundlagen vorliegen – durch Expertenschätzungen. Wo eine Punktschätzung nicht möglich ist, kann die Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. die Häufigkeit auch einer Wahrscheinlichkeitsklasse (W-Klasse) zugeordnet werden. Bei einer Schätzung einer W-Klasse wird für die Darstellung des Risikos im Risikodiagramm der mittlere Wert dieser Klasse (siehe Fussnote 7, S. 19) verwendet.

Bei KNS werden 8 Wahrscheinlichkeitsklassen (W1 bis W8) verwendet (Tab. 5). Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird dabei als Wiederkehrperiode mit entsprechender Beschreibung angegeben.

Die Wahrscheinlichkeitsklassen mit ihren Umschreibungen sind hilfreich für subjektive Abschätzungen durch Fachleute, falls keine oder nicht ausreichende objektive Schätzungen vorliegen. Zudem können die Wahrscheinlichkeitsklassen unter Umständen für weitergehende Beurteilungen der Risiken herangezogen werden.

¹⁷ Z. B. mittels Poisson-Verteilung: Die Poisson-Verteilung wird vor allem bei diskreten Ereignissen mit recht kleinen Wahrscheinlichkeiten angewendet («Verteilung der seltenen Ereignisse»). Als Variablen für die Berechnungen sind einzig die Wiederkehrperiode bzw. Häufigkeit und die Vorhersagezeit relevant, aus diesen lässt sich

die Eintrittswahrscheinlichkeit für einen bestimmten Vorhersagezeitraum berechnen:

$$\text{Eintrittswahrscheinlichkeit } P = 1 - e^{-\frac{\text{Vorhersagezeitraum}}{\text{Wiederkehrperiode (einmal in x Jahren)}}}$$

Tabelle 5: Wahrscheinlichkeitsklassen (W-Klassen)

W-Klasse	Umschreibung	Häufigkeit* (einmal in x Jahren)	Jährlichkeit (1 / Häufigkeit)	Eintrittswahrscheinlichkeit** für 10 Jahre (%)
W8	Tritt in der Schweiz durchschnittlich wenige Male pro Menschenleben ein.	≤ 30	≥ 0,03	≥ 28
W7	Tritt in der Schweiz im Durchschnitt etwa einmal pro Menschenleben ein.	> 30 – 100	< 0,03 – 0,01	< 28 – 9,5
W6	Hat sich in der Schweiz schon ereignet, kann aber schon mehrere Generationen zurückliegen.	> 100 – 300	< 0,01 – 0,003	< 9,5 – 3,3
W5	Hat sich in der Schweiz vielleicht noch nicht ereignet, ist aber aus anderen Ländern bekannt.	> 300 – 1000	< 0,003 – 0,001	< 3,3 – 1,0
W4	Es sind weltweit mehrere Ereignisse bekannt.	> 1000 – 3000	< 0,001 – 0,0003	< 1,0 – 0,33
W3	Weltweit sind nur wenige Ereignisse bekannt.	> 3000 – 10 000	< 0,0003 – 0,0001	< 0,33 – 0,1
W2	Weltweit sind nur einzelne Ereignisse bekannt, sie sind jedoch auch in der Schweiz denkbar.	> 10 000 – 30 000	< 0,0001 – 0,00003	< 0,1 – 0,033
W1	Weltweit sind – wenn überhaupt – nur einzelne Ereignisse bekannt. Ein solches Eintreten gilt selbst weltweit als sehr selten, ist jedoch auch in der Schweiz nicht völlig auszuschliessen.	> 30 000	< 0,00003	< 0,033

* Für die in der Schweiz gebräuchliche Bezeichnung Häufigkeit wird auch die Bezeichnung Wiederkehrperiode verwendet.

** Für ein mindestens einmaliges Eintreten innerhalb des Zeitraums.

4.5 Plausibilität

Bei KNS wird für mutwillig herbeigeführte Ereignisse anstelle der Eintrittswahrscheinlichkeit die Plausibilität der Szenarien eingeschätzt.

Mutwillig herbeigeführte Ereignisse (z. B. im Zusammenhang mit Terrorismus, politischen Ereignissen oder bewaffneten Konflikten) lassen wegen der Unberechenbarkeit der Akteure, der sich ändernden Aktionsbereitschaft und Reaktionen auf veränderte Sicherheitslagen und der damit rasch änderbaren Bedrohungslagen, zusammen mit in der Regel fehlenden statistisch auswertbaren Fallzahlen, keine gesicherten Aussagen über die Eintrittswahrscheinlichkeit (Häufigkeit) zu. (Brown, 2011)

In KNS 2020 wird neu eine indikatorbasierte Methode zur Plausibilitätseinschätzung verwendet, die die bisherige qualitative Methode ersetzt.

Die Methode wurde unter Mitwirkung verschiedener Expertengruppen entwickelt und in Workshops erprobt. Ein indikatorbasiertes Vorgehen haben auch schon Grossbritannien und Singapur für ihre nationalen Risikoanalysen verwendet. Das Schweizer Vorgehen hat Elemente davon übernommen und weiterentwickelt.

4.5.1 Indikatorsystem zur Plausibilitätseinschätzung

Die Plausibilitätseinschätzung beruht auf den zwei massgeblichen qualitativen Leitindikatoren «Absicht und Fähigkeiten» der Täterschaft und «Realisierbarkeit des Szenarios» (Machbarkeit).

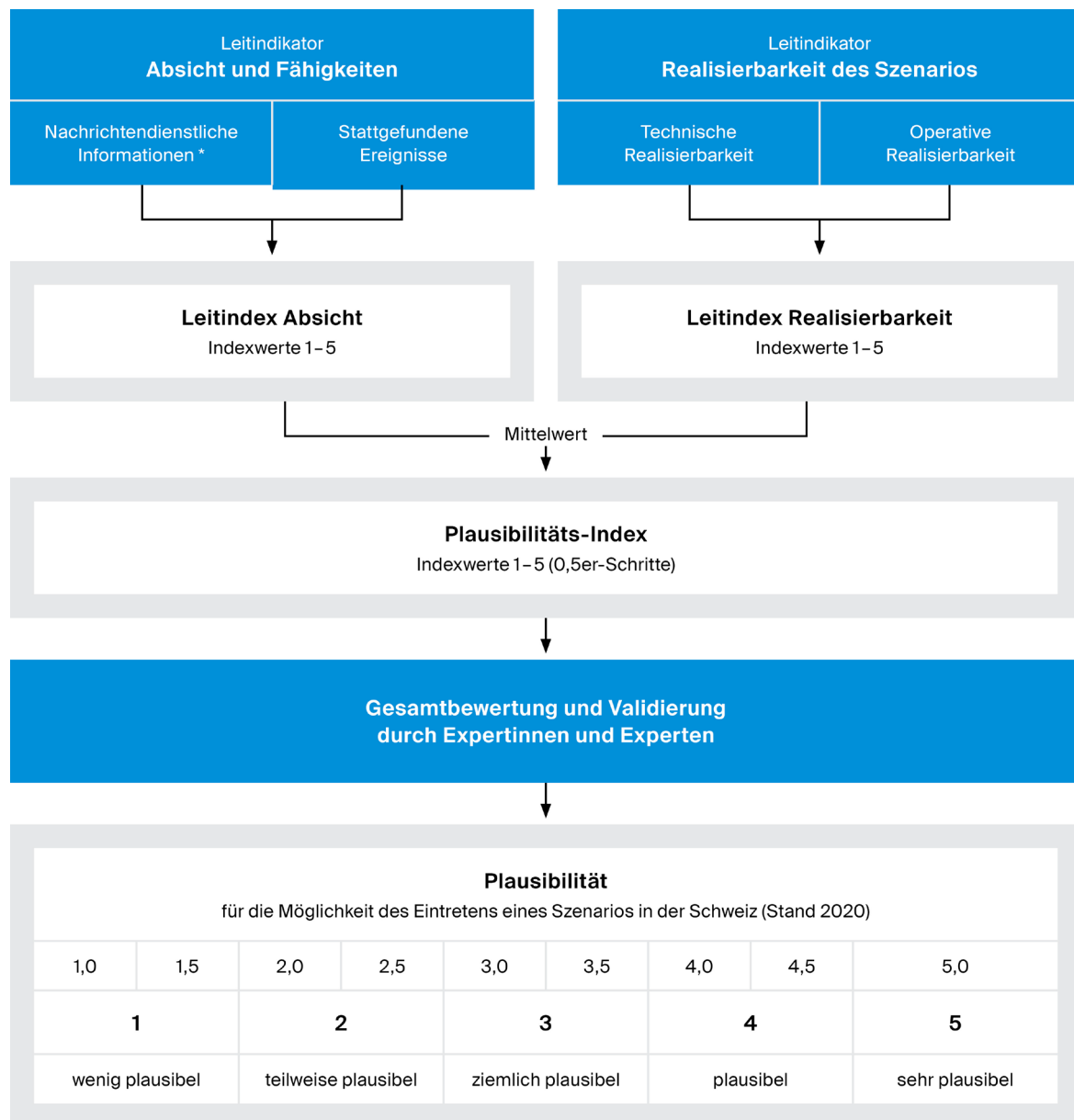
Den Leitindikatoren sind je zwei Subindikatoren mit definierten Bewertungskriterien zugeordnet. Diese werden in Workshops für die einzelnen Szenarien von Fachleuten erfasst. Mit den Indikatoren wird ein Plausibilitätsindex mit Indexwerten von 1 bis 5 (in 0,5er-Schritten) ermittelt, die fünf Plausibilitätsklassen (P-Klassen) zugeordnet sind.

Anhand eines Bewertungssystems wird durch Kombination der Bewertungen der Subindikatoren für beide Leitindikatoren je ein Leitindex (Leitindex «Absicht und Fähigkeiten» und Leitindex «Realisierbarkeit des Szenarios») mit Index-Werten von P1 bis P5 ermittelt. Der Mittelwert beider Leitindizes ergibt den indikatorbasierten P-Index für ein bestimmtes Szenario.

Im Anschluss an die Einschätzung der Plausibilität der verschiedenen Szenarien im Rahmen von gefährdungsspezifischen Workshops werden die Ergebnisse in einem

weiteren Workshop einer Gesamtbewertung und Validierung unterzogen und konsolidiert. Damit wird gewährleistet, Verzerrungen, die z. B. aufgrund der Zusammensetzung der gefährdungsspezifischen Expertenworkshops möglich sind, zu erkennen und zu korrigieren.

Abb. 2 gibt einen Überblick über die Methode der Plausibilitätseinschätzung.



* Im Szenario Unruhen wird der Indikator Nachrichtendienstliche Informationen durch Polizeiliche Informationen ersetzt.

Abbildung 2: Übersicht über die in KNS 2020 verwendete indikatorbasierte Methode zur Plausibilitätseinschätzung mutwillig herbeigeführter Ereignisse

Leitindikator «Absicht und Fähigkeiten»

Der Leitindikator «Absicht und Fähigkeiten» erfasst Anzeichen für die Absicht einer potenziellen Täterschaft oder eines potentiellen Täters mit entsprechenden Fähigkeiten, das im Szenario behandelte oder ein vergleichbares Anschlagsmittel in der Schweiz einzusetzen.

Dem Leitindikator «Absicht und Fähigkeiten» sind die beiden Subindikatoren «Nachrichtendienstliche / Polizeiliche Informationen» und «Stattgefundene Ereignisse» zugeordnet.

Subindikator «Nachrichtendienstliche / Polizeiliche Informationen»

Der Subindikator «Nachrichtendienstliche Informationen» erfasst für terroristische, Cyber- und Angriffsszenarien nachrichtendienstliche Hinweise auf Aktivitäten, Bemühungen oder anderweitige Anzeichen für die Absicht einer oder mehrerer Täterschaften, das beschriebene oder ein vergleichbares Szenario realisieren zu wollen.

Der Subindikator «Polizeiliche Informationen» erfasst für das Szenario *Unruhen* polizeiliche Informationen über Voraussetzungen im Sinne von «kollektiven Absichten und Fähigkeiten» («kollektive Intentionalität») in der Bevölkerung, das beschriebene oder ein vergleichbares Szenario zu realisieren.

Subindikator «Stattgefundene Ereignisse»

Der Subindikator «Stattgefundene Ereignisse» erfasst Ereignisse in der Vergangenheit – weltweit – in der Art des beschriebenen oder eines vergleichbaren Ereignisses oder Vereitelungen eines solchen Anschlags, unabhängig von der derzeitigen Existenz oder vermuteten Existenz einer möglichen Täterschaft (gilt sinngemäss für das Szenario *Unruhen*).

Leitindikator «Realisierbarkeit des Szenarios»

Der Leitindikator «Realisierbarkeit des Szenarios» erfasst die Realisierbarkeit oder Machbarkeit des beschriebenen oder eines vergleichbaren Szenarios in Bezug auf die dazu erforderlichen technischen und operativen Anforderungen – unabhängig von einer Täterschaft.

Dem Leitindikator «Realisierbarkeit des Szenarios» sind die beiden Subindikatoren «Technische Realisierbarkeit» und «Operative Realisierbarkeit» zugeordnet.

Subindikator «Technische Realisierbarkeit»

Der Subindikator «Technische Realisierbarkeit» erfasst den technischen Aspekt der Realisierbarkeit in der Schweiz, d. h. technische Anforderungen allgemein, An-

forderungen an spezialisiertes Equipment, an die Beschaffung, an Vorarbeiten und an Wissen sowie Gefahren bei der Handhabung.

Subindikator «Operative Realisierbarkeit»

Der Subindikator «Operative Realisierbarkeit» erfasst den operativen Aspekt der Realisierung in der Schweiz, d. h. z. B. den Aufwand an Organisation, erforderliche Kommunikationsstrukturen, finanzielle Mittel, Ausbildung etc.

4.5.2 Plausibilitätsindex und Plausibilitätsklassen

Mit der indikatorbasierten Methode werden für die einzelnen Szenarien Plausibilitätsindizes (Index-Werte von P1 bis P5 in 0,5er-Schritten) ermittelt, die auf einer Ordinalskala einer der fünf Plausibilitätsklassen (P-Klassen P1 bis P5) zugewiesen werden. Methodenbedingt sind den P-Klassen P1 bis P4 je 2 mögliche Index-Werte und der P-Klasse P5 ein möglicher Index-Wert zugeordnet. Die mit den P-Klassen bezeichnete Plausibilität reicht von «wenig plausibel» bis «sehr plausibel».

Die Metrik der P-Indizes und P-Klassen mit Umschreibungen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 6: P-Klassen und P-Indizes. Die in den Umschreibungen gemachten Angaben zu Hinweisen auf die Absicht einer Täterschaft und die Realisierbarkeit des Szenarios beziehen sich auf Leitindikatoren bzw. Leitindizes der Methode. Für die P-Klassen P4, P3 und P2 lassen sich zusammenfassende Angaben zu Hinweisen auf Absicht und Realisierbarkeit nur annähernd umschreiben.

P-Klasse	P-Index	Plausibilität	Umschreibung
P5	5,0	sehr plausibel	Die Möglichkeit des Eintretens des Ereignisses in der Schweiz ist im Vergleich zu anderen Szenarien sehr gut vorstellbar. Es gibt eindeutige Hinweise auf die Absicht einer Täterschaft. Die Realisierbarkeit des Szenarios insgesamt ist einfach.
P4	4,5	plausibel	Die Möglichkeit des Eintretens des Ereignisses in der Schweiz ist im Vergleich zu anderen Szenarien gut vorstellbar.
	4,0		Es gibt eindeutige bis deutliche Hinweise auf die Absicht einer Täterschaft. Die Realisierbarkeit des Szenarios insgesamt ist einfach bis anspruchsvoll.
P3	3,5	ziemlich plausibel	Die Möglichkeit des Eintretens des Ereignisses in der Schweiz ist im Vergleich zu anderen Szenarien vorstellbar.
	3,0		Die Hinweise auf die Absicht einer Täterschaft reichen von deutlich bis nicht vorhanden bzw. erkennbar. Die Realisierbarkeit des Szenarios insgesamt reicht von einfach bis komplex.
P2	2,5	teilweise plausibel	Die Möglichkeit des Eintretens des Ereignisses in der Schweiz ist im Vergleich zu anderen Szenarien wenig vorstellbar.
	2,0		Die Hinweise auf die Absicht einer Täterschaft reichen von deutlich vorhanden bis nicht vorhanden bzw. erkennbar. Die Realisierbarkeit des Szenarios insgesamt reicht von anspruchsvoll bis komplex.
P1	1,5	wenig plausibel	Die Möglichkeit des Eintretens des Ereignisses in der Schweiz ist im Vergleich zu anderen Szenarien kaum vorstellbar, aber nicht ganz auszuschliessen.
	1,0		Es gibt keine Hinweise auf die Absicht einer Täterschaft. Die Realisierbarkeit des Szenarios insgesamt ist komplex.

4.5.3 Vorgehen bei der Plausibilitätseinschätzung

Die Einschätzungen der Plausibilität finden im Rahmen von Expertenworkshops statt. Sie beruhen im Wesentlichen auf der indikatorbasierten Methode und werden durch eine abschliessende gesamthafte Expertenbewertung und Validierung ergänzt.

Die einzelnen Bewertungen der Subindikatoren erfolgen in der Regel in Workshops im Expertenteam mittels Delphi-Methode. Der Subindikator «Nachrichtendienst» für terroristische-, Cyber- und Angriffsszenarien wird ausschliesslich durch den Nachrichtendienst bewertet; für das Szenario *Unruhen* erfolgt die Bewertung in Expertenworkshops, wobei die Bewertung der Polizei massgeblich ist.

Die anhand der Indikatoren ermittelten P-Indizes aller Szenarien werden einer abschliessenden Gesamtbewertung und Validierung in einem eigens dafür stattfindenden Expertenworkshop unterzogen. Damit wird gewährleistet,

dass die in den einzelnen Workshops bewerteten Szenarien untereinander noch einmal überprüft werden können. In bestimmten Fällen kann eine Änderung der Plausibilitätsbewertung erfolgen (Verschiebung bis maximal in die benachbarte Klasse). Die Begründung wird protokolliert.

4.6 Risikodarstellung

Der Vergleich der Gefährdungen bzw. Szenarien hinsichtlich ihrer Auswirkungen und Risiken ist ein zentrales Ergebnis bei KNS. Dazu werden entsprechende Auswirkungsdiagramme und Risikodiagramme erstellt. Die Risiken der nicht mutwillig herbeigeführten Ereignisse und die der mutwillig herbeigeführten Ereignisse werden in zwei getrennten Risikodiagrammen dargestellt.

Der Vergleich dient als Grundlage für einen Risikodialog und der Diskussion über die Akzeptanz von Risiken (Risikobeurteilung). Zudem dient er der Priorisierung von Risiken bzw. der damit verbundenen Risikominderungsmaßnahmen.

4.6.1 Auswirkungsdiagramme

Die Auswirkungen der analysierten Szenarien werden in Auswirkungsdiagrammen (siehe Gefährdungsdossiers, (BABS, 2020a)) abgebildet.

Dabei werden die für die 12 Schadensindikatoren ermittelten Schäden (siehe Kap. 4.3.4, S. 19 ff) in Schadensausmassklassen und nicht als genaue Werte angegeben. Damit wird dem Vorgehen zur Abschätzung der Schäden (Verwendung von Schadensausmassklassen) und den damit verbundenen Unschärfen (siehe Kap. 5.1, S. 37) Rechnung getragen.

4.6.2 Risikodiagramme

Die Risikodiagramme ermöglichen einen (visuellen) Vergleich der Risiken der verschiedenen Gefährdungen.

Da bei KNS für mutwillig herbeigeführte Ereignisse anstelle der Eintrittswahrscheinlichkeit die Plausibilität verwendet wird, werden zwei separate Risikodiagramme erstellt.

In Abbildung 3 sind die für KNS 2020 verwendeten Risikodiagramme modellhaft dargestellt.

Risikodiagramm für nicht mutwillig herbeigeführte Ereignisse

In KNS ist das Risikodiagramm für nicht mutwillige Ereignisse so angelegt, dass die ermittelten Auswirkungen als monetarisierte und aggregierte Schäden (in CHF) auf der x-Achse und die Eintrittswahrscheinlichkeit als Häufigkeit (einmal in x Jahren) auf der y-Achse (von oben nach unten)

eingetragen werden. Die Skalen beider Achsen sind logarithmisch, um die grosse Bandbreite der Werte in einem Diagramm darstellen zu können.

Da in der Schweiz insbesondere im Umgang mit Naturgefahren die Häufigkeitsintervalle bis 30 Jahre und 100–300 Jahre verwendet werden, sind diese und entsprechende Intervalle im Diagramm hervorgehoben.

Für die Platzierung der Gefährdungen im Diagramm werden konkrete Werte für die aggregierten Schäden und die Häufigkeit verwendet. Dabei kann es sich um konkrete Schätzwerte oder auch um mittlere Werte einer geschätzten Klasse handeln. Die Grösse der dargestellten Punkte sagt nichts über die Unschärfen der Risikoanalysen für die verschiedenen Gefährdungen aus.

Risikodiagramm für mutwillig herbeigeführte Ereignisse

Das Risikodiagramm für mutwillig herbeigeführte Ereignisse ist so angelegt, dass die ermittelten Auswirkungen ebenfalls als monetarisierte und aggregierte Schäden (in CHF) auf der logarithmischen x-Achse eingetragen werden. Die Plausibilität hingegen wird als Indexwert auf der y-Achse dargestellt, die zudem in 5 Plausibilitätsklassen eingeteilt ist.

Damit lässt das Risikodiagramm für nicht mutwillig herbeigeführte Ereignisse einen direkten Vergleich der aggregierten Schäden mit den Gefährdungen im Risikodiagramm für mutwillig herbeigeführte Ereignisse zu. Hingegen ist ein direkter Vergleich der Plausibilität mit der Häufigkeit und damit der Risiken nicht möglich.

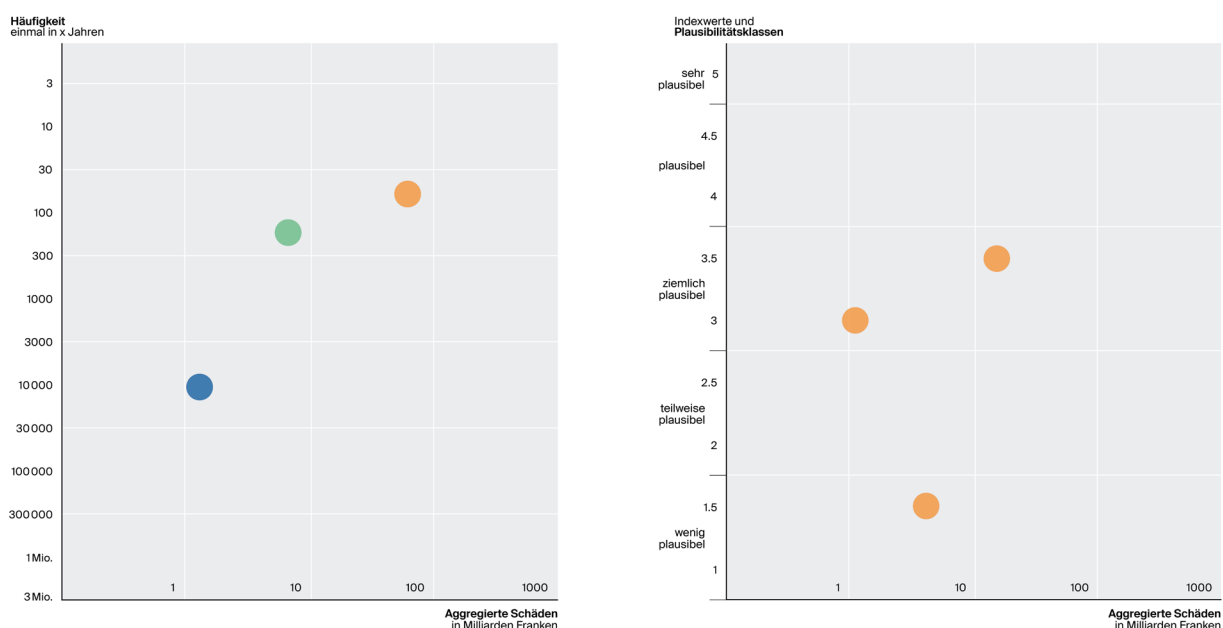


Abbildung 3: Modellhafte Risikodiagramme KNS 2020 für nicht mutwillig herbeigeführte und für mutwillig herbeigeführte Ereignisse

5 Interpretation der Ergebnisse

Ein wesentlicher Nutzen von «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (KNS) ist die Möglichkeit, Risiken in einem Risikodiagramm transparent darzustellen und miteinander zu vergleichen. Dies ist eine unabdingbare Grundlage für einen Risikodialog und damit auch eine Risikobeurteilung durch die verantwortlichen Stellen. Diese Beurteilung der Risiken ist allerdings nicht Bestandteil von KNS. Bei einer Risikobeurteilung sind jedoch verschiedene methodenimmanente Aspekte mit zu berücksichtigen, die nachfolgend kurz erläutert werden.

5.1 Unschärfen

Die in KNS verwendete Methode der (semi-)quantitativen Risikoanalyse erlaubt eine Bestimmung präziser Risikowerte mit der Darstellung der Risiken in den entsprechenden Risikodiagrammen. Diese stellen aber nur ein modellhaftes Abbild der Risiken und nicht die Realität dar. Sie weisen auch Unschärfen bezüglich Datenerhebung und modellhafter Szenarien auf. Bei der Interpretation der Ergebnisse der Risikoanalyse sind diese Unschärfen zu berücksichtigen.

Unschärfen bei der Datenerhebung

KNS vergleicht gut bekannte Gefährdungen (z. B. Hochwasserereignisse) mit teils weniger fassbaren Gefährdungen (z. B. Terroranschlägen mit ABC-Stoffen). Für bestimmte Gefährdungen liegen Erfahrungswerte und statistische Grundlagen zur Ermittlung der Häufigkeit und des Schadensausmasses der Gefährdungsszenarien vor. Bei den weniger bekannten Gefährdungen, wo dies nicht der Fall ist, ist die Risikoanalyse stärker auf Annahmen und Einschätzungen durch Fachleute angewiesen. Aber auch bei gut bekannten Gefährdungen sind Expertenschätzungen unumgänglich, beispielsweise um das Ausmass bestimmter Schadensindikatoren zu bestimmen.

Bei sorgfältiger Erhebung und Berücksichtigung der entsprechenden Erhebungsmethoden lassen sich Verzerrungen jedoch ausschliessen, sodass eine gute Datenqualität erreicht werden kann.

Modellunschärfen

Modellunschärfen können durch die verwendeten Szenarien oder durch die für die Monetarisierung der Schäden verwendeten Grenzkosten entstehen.

Verglichen werden immer die Risiken exemplarisch ausgewählter Szenarien für Ereignisse der jeweiligen Gefährdung. Bei der Entwicklung der Szenarien und der Zuord-

nung zu einer vergleichbaren Intensitätsstufe (gross) besteht eine gewisse Freiheit der Ausgestaltung, was wiederum einen Einfluss auf die Auswirkung und die Eintrittswahrscheinlichkeit hat.

Die Grenzkosten zur Monetarisierung der Schäden widerspiegeln auch gesellschaftliche Präferenzen. Sie können einen massgeblichen Einfluss auf die aggregierten Schäden haben und müssen deshalb periodisch überprüft werden.

5.2 Risikoaversion

Das empirisch in vielen Situationen feststellbare und theoretisch begründbare Phänomen, mögliche Ereignisse mit grossem Schadensausmass stärker zu gewichten, als es aufgrund des zugehörigen Schadensausmasses angezeigt wäre, wird als «Risikoaversion gegenüber Grossereignissen» oder kurz als «Risikoaversion» bezeichnet. (BABS, 2008)

Dieser Umstand ist bei einer Interpretation der Risiken zu berücksichtigen, weil es einer gesellschaftspolitischen Wertungsrealität entspricht.

Zudem ist bei einer Risikoberechnung (Risiko als mathematisches Produkt aus Schadensausmass und Eintrittswahrscheinlichkeit) zu berücksichtigen, dass die Information verloren geht, ob es sich um ein Szenario mit sehr hohem Schadensausmass und kleiner Eintrittswahrscheinlichkeit oder um ein Szenario mit kleinem Schadensausmass und hoher Eintrittswahrscheinlichkeit handelt.

5.3 Sensitivitätsanalysen

Für die Gefährdungen *Gefahrgutunfall Strasse*, *Sturm* und *Hochwasser* wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Mit den Analysen wurde geprüft, ob die Expertenschätzungen konsistent sind mit Modellwerten, die aufgrund der Modellierungen aus historischen Daten hergeleitet werden können. Die Resultate für diese drei Gefährdungen zeigen eine gute Übereinstimmung zwischen den Risikoschätzungen und den Risikomodellierungen. (Spada, 2018)

Anhang

A1 Literaturverzeichnis

- Beaudrie Ch. E. H. u. a. (2016): Chapter 5 - Using Expert Judgment for Risk Assessment. In: Ramachandran G. (Hrsg.) Assessing Nanoparticle Risks to Human Health. 2nd Edition. William Andrew Publishing, Norwich, NY.
- Bickel, P.; Friedrich, R. (Eds.) (2005): ExternE, Externalities of Energy. Methodology 2005 Update. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung – IER, Universität Stuttgart, Germany.
- Brown, Gerald G. und Cox Louis Anthony (2011): How Probabilistic Risk Assessment Can Mislead Terrorism Risk Analysts. Risk Analysis, Vol. 31, No. 2.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2020a): Gefährdungsdossiers. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. BABS, Bern. Online verfügbar über: www.risk-ch.ch, Stichwort «Gefährdungsdossiers».
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2020b): Bericht zur nationalen Risikoanalyse. Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2020c): Welche Risiken gefährden die Schweiz? Katastrophen und Notlagen Schweiz 2020. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2019): Katalog der Gefährdungen. Katastrophen und Notlagen Schweiz. 2. Auflage. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2015a): Technischer Risikobericht 2015. Katastrophen und Notlagen Schweiz. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2015b): Welche Risiken gefährden die Schweiz? Katastrophen und Notlagen Schweiz. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2013a): Methode zur Risikoanalyse von Katastrophen und Notlagen für die Schweiz. Version 1.03. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2013b): Risikobericht 2012. Katastrophen und Notlagen Schweiz. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2011): Bewertung von Gefährdungen im Rahmen von «Risiken Schweiz» – Workshopbericht. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2008): Risikoaversion: ein Beitrag zur systematischen Risikobeurteilung. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) (2003): KATARISK – Katastrophen und Notlagen in der Schweiz. Eine Risikobeurteilung aus der Sicht des Bevölkerungsschutzes. BABS, Bern.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2010): Methode für die Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz. Wissenschaftsforum, Band 8. BBK, Bonn.
- Bundesamt für Zivilschutz (BZS) (1995): KATANOS – Katastrophen und Notlagen in der Schweiz. Eine vergleichende Übersicht. BZS, Bern.
- Cabinet Office (2017): National Risk Register of Civil Emergencies. Cabinet Office, London.
- Cabinet Office (2012) National Risk Register for Civil Emergencies. Cabinet Office, London.
- Department of Homeland Security (DHS) (2011): Strategic National Risk Assessment. The Strategic National Risk Assessment in Support of PPD 8: A Comprehensive Risk-Based Approach toward a Secure and Resilient Nation. DHS, Washington.
- Ecoplan (2016): Empfehlungen zur Festlegung der Zahlungsbereitschaft für die Verminderung des Unfall- und Gesundheitsrisikos (value of statistical life). Ecoplan, Bern.
- European Commission (2010) Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management. Commission Staff Working Paper SEC (2010) 1626 final.
- Frye, Roland M. (2013): Use of Expert Elicitation at the U.S. Nuclear Regulatory Commission. Albany Law Journal of Science and Technology Vol. 23.2.
- Haager Abkommen für den Schutz von Kulturgut bei bewaffneten Konflikten SR 0.520.3
- Hauri, Andrin / Kohler, Kevin u. a. (2020): Trend Analysis Civil Protection 2030. Uncertainties, Challenges and Opportunities. Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.
- ISO 31000:2018 (2018) Risk Management – Guidelines.
- ISO/PAS 22399 (2007) Societal Security – Guideline for Incident Preparedness and Operational Continuity Management.
- Ministry of the Interior and Kingdom Relations (BZK) (2009): Working with Scenarios, Risk Assessment and Capabilities in the National Safety and Security Strategy of the Netherlands. BZK, The Hague.
- National Network of Safety and Security Analysts (ANV) (2019): National Risk Assessment. ANV, NL.
- Roth, Florian / Herzog, Michel u. a. (2014): Trendanalyse Bevölkerungsschutz 2025. Chancen und Herausforderungen aus den Bereichen Umwelt, Technologie & Gesellschaft. Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.
- Shepherd, Theodore G. (2016): A Common Framework for Approaches to Extreme Event Attribution. Current Climate Change Reports 2.
- Shepherd, Theodore G. / Boyd, Emily u. a. (2018): Storylines: An Alternative Approach to Representing Uncertainty in Physical Aspects of Climate Change. Climate Change 151.
- Spada, Matteo / Burgherr, Peter / Hohl, Markus (2018): Toward the Validation of a National Risk Assessment against Historical Observations Using a Bayesian Approach: Application to the Swiss Case. Journal of Risk Research. Volume 22, 2019 – Issue 11.
- Swiss Re (2020): Swiss Re SONAR – New Emerging Risk Insights. Swiss Re Institute, Zurich.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) (2019): Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. UNDRR, Geneva.
- World Economic Forum (WEF) (2020): The Global Risks Report. 15th Edition. WEF, Geneva.

A2 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Eckwerte für die Szenarien der Intensitäten «erheblich», «gross», «extrem»	12
Tabelle 2:	Übersicht über den Inhalt der Gefährdungsdossiers KNS 2020	14
Tabelle 3:	Systematik der Schadensindikatoren mit Angabe entsprechender Artikel in der Bundesverfassung	17
Tabelle 4:	Grenzkosten zur Monetarisierung der Schäden	18
Tabelle 5:	Wahrscheinlichkeitsklassen (W-Klassen)	32
Tabelle 6:	Plausibilitätsklassen und -Indices	35

A3 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der Vorgehensweise bei der Auswahl und beim Vergleich von Szenarien	13
Abbildung 2:	Übersicht über Methode zur Plausibilitätseinschätzung mutwillig herbeigeführter Ereignisse	33
Abbildung 3:	Modellhafte Risikodiagramme für nicht mutwillig herbeigeführte und für mutwillig herbeigeführte Ereignisse	36

A4 Skalen der Schadensindikatoren

Schadensbereich	Schadensindikator		Einheit	A 1	A 2	A 3
Personen	P1	Todesopfer	Anzahl	≤ 10	11 – 30	31 – 100
	P2	Verletzte / Kranke	Anzahl	≤ 100	> 100 – 300	> 300 – 1000
	P3	Unterstützungsbedürftige	Personentage	≤ 200 000	> 200 000 – 600 000	> 600 000 – 2 Mio.
Umwelt	U1	Geschädigte Ökosysteme	km² mal Jahr	≤ 150	> 150 – 450	> 450 – 1500
Wirtschaft	W1	Vermögensschäden und Bewältigungskosten	CHF	≤ 50 Mio.	> 50 – 150 Mio.	> 150 – 500 Mio.
	W2	Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit	CHF	≤ 50 Mio.	> 50 – 150 Mio.	> 150 – 500 Mio.
Gesellschaft	G1	Versorgungsengpässe und -unterbrüche	Personentage	≤ 100 000	> 100 000 – 300 000	> 300 000 – 1 Mio.
	G2	Einschränkungen von Ordnung und innerer Sicherheit	Personentage	≤ 100 000	> 100 000 – 300 000	> 300 000 – 1 Mio.
	G3	Einschränkung der territorialen Integrität	Qualitativ nach Intensität und Dauer	–	–	–
	G4	Schädigung und Verlust von Kulturgütern	Qualitativ nach Bedeutung und Anzahl	Schädigung oder Verlust von einzelnen Kulturgütern lokaler Bedeutung	Schädigung oder Verlust mehrerer Kulturgüter lokaler Bedeutung oder einzelner regionaler Bedeutung	Schädigung oder Verlust mehrerer Kulturgüter regionaler Bedeutung oder einzelner nationaler Bedeutung
	G5	Geschädigtes Ansehen der Schweiz	Qualitativ nach Intensität und Dauer	Wenige Tage dauernde und auf Themen mittlerer Bedeutung bezogene Schädigung des Ansehens (z. B. negative Berichterstattung in ausländischen Medien)	Eine bis wenige Wochen dauernde und auf Themen mittlerer Bedeutung bezogene Schädigung des Ansehens (z. B. negative Berichterstattung in ausländischen Medien)	Eine bis wenige Wochen dauernde und auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Ansehens (z. B. negative Berichterstattung in ausländischen Medien)
	G6	Vertrauensverlust in Staat / Institutionen	Qualitativ nach Bedeutung und Dauer	Wenige Tage dauernde und auf Themen mittlerer Bedeutung bezogene Beeinträchtigung des Vertrauens (z. B. sehr kritische Berichterstattung in Schweizer Medien)	Eine bis wenige Wochen dauernde und auf Themen mittlerer Bedeutung bezogene Schädigung des Vertrauens (z. B. sehr kritische Berichterstattung in Schweizer Medien, vereinzelt Demonstrationen)	Eine bis wenige Wochen dauernde und auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Vertrauens (z. B. extrem kritische Berichterstattung in Schweizer Medien; vereinzelt Demonstrationen)

	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
P1	> 100 – 300	> 300 – 1000	> 1000 – 3000	> 3000 – 10 000	> 10 000
P2	> 1000 – 3000	> 3000 – 10 000	> 10 000 – 30 000	> 30 000 – 100 000	> 100 000
P3	> 2 – 6 Mio.	> 6 – 20 Mio.	> 20 – 60 Mio.	> 60 – 200 Mio.	> 200 Mio.
U1	> 1500 – 4500	> 4500 – 15 000	> 15 000 – 45 000	> 45 000 – 150 000	> 150 000
W1	> 500 Mio. – 1,5 Mrd.	> 1,5 – 5 Mrd.	> 5 – 15 Mrd.	> 15 Mrd. – 50 Mrd.	> 50 Mrd.
W2	> 500 Mio. – 1,5 Mrd.	> 1,5 – 5 Mrd.	> 5 – 15 Mrd.	> 15 Mrd. – 50 Mrd.	> 50 Mrd.
G1	> 1 – 3 Mio.	> 3 – 10 Mio.	> 10 – 30 Mio.	> 30 – 100 Mio.	> 100 Mio.
G2	> 1 – 3 Mio.	> 3 – 10 Mio.	> 10 – 30 Mio.	> 30 – 100 Mio.	> 100 Mio.
G3	Kurzzeitige, bewusste Verletzung der territorialen Integrität (z. B. zivile oder militärische Operationen ausländ. Sicherheitskräfte auf Schweizer Boden)	Kurzzeitige, schwerwiegende Verletzung der territorialen Integrität (z. B. wiederholte zivile oder militärische Operationen ausländ. Sicherheitskräfte auf Schweizer Boden)	Zeitlich begrenzte, schwerwiegende Verletzung der territorialen Integrität (z. B. temporäre Besetzung einer begrenzten Fläche Schweizer Bodens)	Zeitlich begrenzte, sehr schwerwiegende Verletzung der territorialen Integrität (z. B. temporäre Besetzung einer erheblichen Fläche in der Schweiz)	Lang andauernde, sehr schwerwiegende Verletzung der territorialen Integrität (z. B. Besetzung eines bedeutenden Teiles der Schweiz)
G4	Schädigung oder Verlust vieler Kulturgüter regionaler Bedeutung und einzelner nationaler Bedeutung	Schädigung oder Verlust mehrerer Kulturgüter nationaler Bedeutung	Schädigung oder Verlust mehrerer Kulturgüter nat. Bedeutung und weniger internationaler Bedeutung (unter verstärktem Schutz)	–	–
G5	Mehrere Wochen andauernde, auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Ansehens, jedoch mit geringen Folgen für die Stellung der Schweiz und die internationale Kooperation	Mehrere Wochen andauernde, auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Ansehens, jedoch mit Folgen für die Stellung der Schweiz und für die internationale Kooperation (z. B. Kündigung von Verträgen mit der Schweiz, temporäre Ausweisung des Schweizer Botschafters)	Mehrere Wochen andauernde, wesentliche Schädigung des Ansehens mit Folgen für die Stellung der Schweiz und für die internationale Kooperation (z. B. Kündigung von bedeutenden Verträgen mit der Schweiz, Ausweisung des Schweizer Botschafters)	Bis einige Monate andauernde, wesentliche Schädigung des Ansehens mit deutlichen Folgen für die Stellung der Schweiz und für die internationale Kooperation (z. B. politische Isolation, Boykotte)	Dauerhafter, schwerwiegender bis zu irreversibler Verlust des Ansehens mit weitreichenden Folgen für die Stellung der Schweiz und für die internationale Kooperation (z. B. politische Isolation, Boykotte)
G6	Wenige bis mehrere Wochen andauernde und auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Vertrauens (z. B. Streiks, grössere Demonstrationen)	Mehrere Wochen andauernde und auf bedeutende Themen bezogene Schädigung des Vertrauens (z. B. Vielzahl von Streiks, vereinzelte Massendemonstrationen)	Mehrere Wochen andauernde, wesentliche Schädigung des allgemeinen Vertrauens (z. B. lang andauernde Streiks in vielen Bereichen, Massendemonstrationen in der gesamten Schweiz)	Bis einige Monate andauernde, wesentliche Schädigung des allgemeinen Vertrauens (z. B. Generalstreiks)	Dauerhafter, schwerwiegender bis zu irreversibler Verlust des allgemeinen Vertrauens (Bildung lokaler oder regionaler Gruppierungen, die das öffentliche Leben selbst organisieren bis hin zu Bürgerwehren)

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

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