



# Ausfall Stromversorgung



## Definition

Der Ausfall Stromversorgung (Synonym zu «Stromausfall») wird als Ausfall der Versorgung mit elektrischer Energie aufgrund unterbrochener oder beschädigter Stromleitungen, Transformatoren oder Verteilknoten definiert.

Wenn die Stromversorgung in einem Netz vollständig zusammengebrochen ist, spricht man von einem «Blackout».



## Ereignisbeispiele

25. November - 03. Dezember 2005  
Münsterland (Deutschland)  
Schneechaos und Stromnotstand
- Ein aussergewöhnliches Wetterereignis führte Ende 2005 in weiten Teilen des Münsterlandes zu erheblichen Schneefällen. Der Schnee war sehr nass und zusätzlich wehte ein starker Wind, wodurch sich bis zu 15 cm dicke Eispanser um Stromleitungen und Hochspannungsmasten bildeten. Fünfzig Strommasten hielten dem extremen Gewicht nicht stand und knickten um. Dadurch kam es in mehreren Kreisen gleichzeitig zu Stromausfällen, welche sich in manchen Gemeinden über mehrere Tage erstrecken sollten. Dies bedeutete, dass für rund 250 000 Menschen stunden- und tagelang – im Extremfall bis zu einer Woche – der Strom ausfiel. Für den deutschen Bevölkerungsschutz, insbesondere für die Organisationen im Kreis Steinfurt (der am meisten betroffen war), war die Bewältigung dieses Ereignisses eine grosse Herausforderung und stellte eine grosse Belastung dar. Nebst Instandstellungsarbeiten, musste die betroffene Bevölkerung mit Notstrom und teilweise in Sammelstellen mit Lebensmitteln versorgt werden.
28. September 2003  
Italien  
Blackout
- Auf Grund hoher Temperaturen, sowie einer grossen Belastung des schweizerischen Übertragungsnetzes, kam es am 28. September 2003, einem Sonntagmorgen, zu einem Lichtbogenüberschlag und Kurzschluss der 380 kV-Lukmanierleitung. Da eine kurzfristige Wiedereinschaltung wegen der angespannten Netzsituation nicht möglich war, musste das verbleibende Übertragungsnetz den zusätzlichen Lastfluss übernehmen. Dies führte zu einer Überlastsituation und nach rund einer halben Stunde zum kaskadenartigen Zusammenbruch sämtlicher Verbindungen nach Italien. In ganz Italien, mit Ausnahme der Insel Sardinien, brach die Stromversorgung zusammen; über 55 Millionen Menschen waren davon betroffen. Gut neun Stunden später waren die Grenzleitungen nach Italien wieder in Betrieb. Trotzdem waren abends nach wie vor Gebiete ohne Strom. Der Schaden im Einzelhandel, hauptsächlich aus verdorbenen Lebensmitteln bestehend, liegt schätzungsweise bei 120 Mio. EUR. Ausserdem rechnet man damit, dass die italienischen Familienhaushalte aus denselben Gründen durchschnittlich 20 EUR verloren haben, vereinzelt gab es auch Plünderungen. Wäre dieses Ereignis an einem Werktag geschehen, hätte man mit weitaus drastischeren Folgen rechnen müssen.
14. und 15. August 2003  
Vereinigten Staaten und Kanada  
Blackout
- Im August 2003 kam es zu einem grossflächigen Stromausfall im Nordosten der Vereinigten Staaten sowie in Teilen Kanadas. Der Ausfall ist auf technisch-organisatorische Mängel der nordamerikanischen Stromversorgung zurückzuführen (u. a. spielte auch die Marktaufsplitterung und mangelnde Investitionen nach der Deregulierung des Strommarktes eine Rolle). Jahrzehnte alte Netze mit schlechter Wartung konnten die ständig steigende Last nicht mehr verkraften. Der Auslöser für den Blackout war der Ausfall eines Kraftwerkes in Manhattan, woraufhin sich innerhalb weniger Minuten 21 weitere Kraftwerke abschalteten. Etwa 55 Millionen Menschen waren zwei Tage lang ohne elektrische Energieversorgung, einige wenige sogar fünf Tage lang.

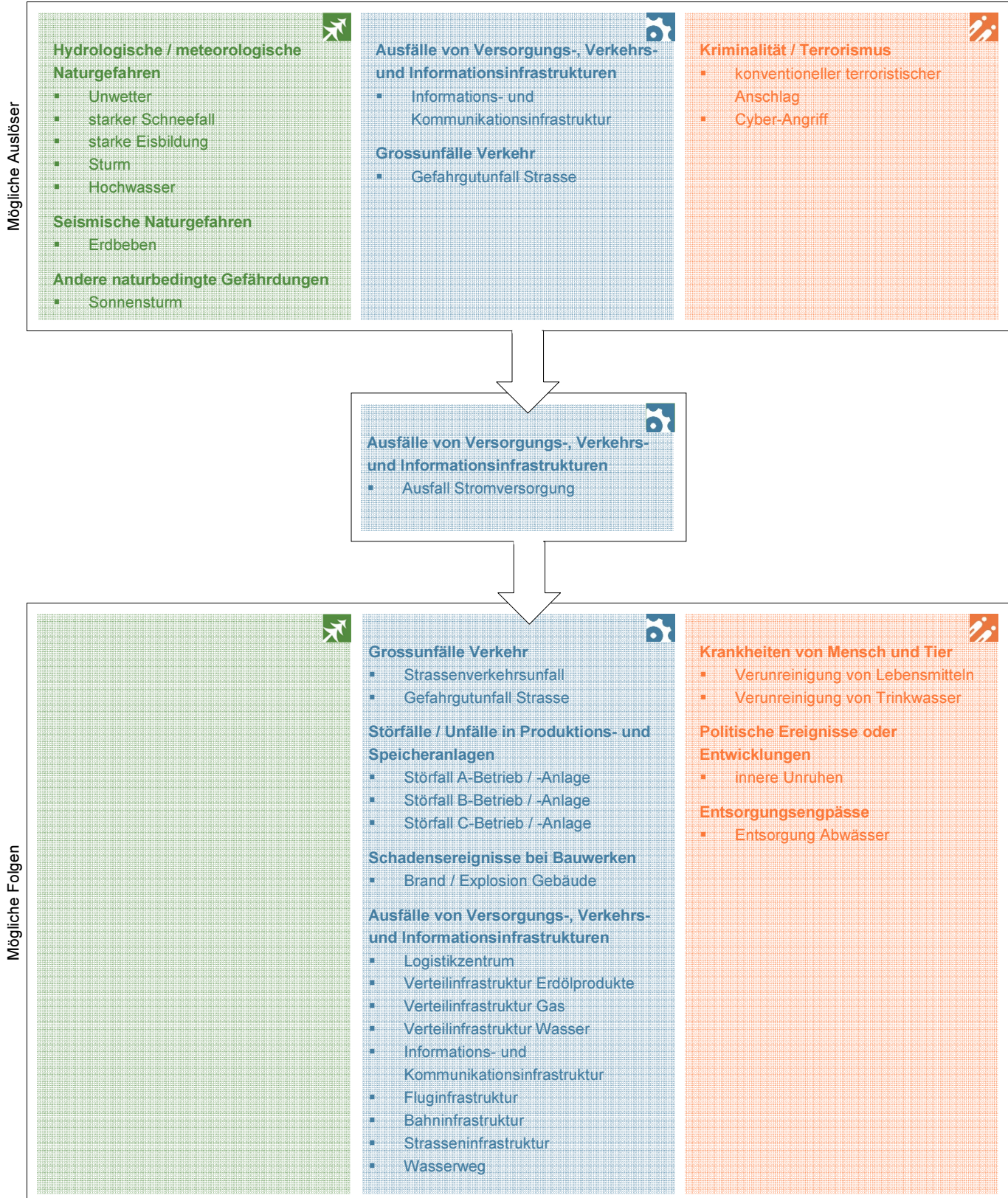
## Einflussfaktoren

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

Gefahrenquelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ technische Planungsfehler</li> <li>▪ technische Defekte (Materialversagen, Softwarefehler, usw.)</li> <li>▪ Bedienungsfehler im Betrieb oder bei Unterhaltsarbeiten</li> <li>▪ Einwirkungen von aussen (Naturgefahren, Bauarbeiten, Sabotage, Terroranschläge)</li> </ul>
Zeitpunkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wochentag und Tageszeit (v. a. Berufsverkehr)</li> <li>▪ Jahreszeit (Ferienzeit, Kühlung, Heizung, Beleuchtung, Naturgefahren)</li> </ul>
Ort / Ausdehnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betroffene Ebene der Verteilinfrastruktur (Höchstspannungsnetz, Hochspannungsnetz, Mittelspannungsnetz, Niederspannungsnetz oder deren Übergänge) und damit Grossräumigkeit der Störung (international, national, regional oder lokal begrenzt)</li> <li>▪ Merkmale des betroffenen Gebiets (Landwirtschaftsanteil, Waldanteil, Bevölkerungsdichte, usw.)</li> <li>▪ Ort der Schadstelle(n) (unter- oder oberirdisch, Berggebiet, städtische oder ländliche Region, Inland oder Ausland)</li> </ul>
Ereignisablauf	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dauer und Wiederholffrequenz des Stromausfalls</li> <li>▪ Möglichkeiten zu Notstromversorgung</li> <li>▪ Möglichkeiten für provisorische Instandstellung der Erzeugungseinheiten (Kraftwerke) und des Stromnetzes</li> <li>▪ Fluchtmöglichkeiten und Verhalten der Betroffenen</li> <li>▪ Verhalten von betroffenen Organisationen, Einsatzkräften und verantwortlichen Behörden</li> <li>▪ Reaktion der Bevölkerung und der Politik</li> </ul>

## Abhängigkeiten

Dargestellt sind Ereignisse und Entwicklungen aus dem «Katalog möglicher Gefährdungen» des Bundesamts für Bevölkerungsschutz (BABS), die Auslöser oder Folge eines Ausfalls der Stromversorgung sein können.



## Szenario

### Intensität

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

#### 1 – erheblich

- kein physischer Schaden an Netzinfrastruktur
- betroffenes Gebiet: Mittelmässiger Kanton
- betroffenes Netz: Mittelspannungsnetz
- Zeitpunkt: Frühling
- vollständiger Ausfall im betroffenen Gebiet: 1 Tag
- vollständige Regeneration innerhalb eines Tages

---

#### 2 – gross

- physische Schäden an Netzinfrastruktur
- betroffenes Gebiet: Mehrere Kantone mit Grossagglomerationen und mit grosser Infrastrukturdichte (0,8 -1,5 Mio. Personen)
- betroffenes Netz: Hochspannungsnetz
- Zeitpunkt: Sommer
- vollständiger Ausfall im betroffenen Gebiet: 2-4 Tage
- sukzessive Regeneration über Tage bis Wochen

---

#### 3 – extrem

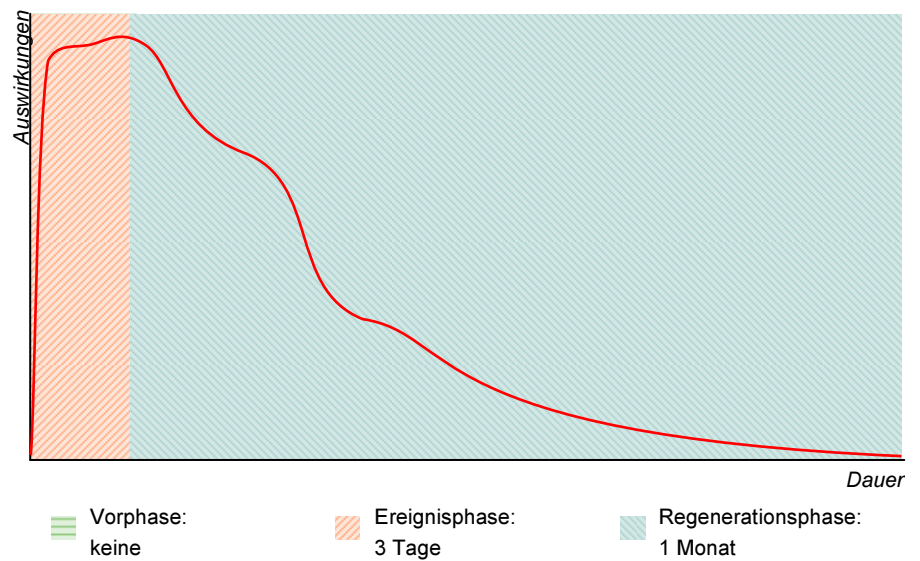
- physische Schäden an Netzinfrastruktur und Hauptkomponenten
- betroffenes Gebiet: Gesamtschweizerischer Stromausfall
- betroffenes Netz: Höchstspannungsnetz
- Zeitpunkt: Winter
- vollständiger Ausfall im betroffenen Gebiet: 5-7 Tage
- sukzessive Regeneration über 3-4 Wochen

### Wahl des Szenarios

Für dieses Beispiel ist das Szenario «gross» gewählt worden. Dieses Szenario ist in der Schweiz grundsätzlich vorstellbar, aber doch selten zu erwarten.

## Ereignis

Ausgangslage / Vorphase	An einem Werktag im August kommt es nachmittags im schweizerischen Mittelland, in Süddeutschland, Westösterreich und in Teilen Frankreichs unerwartet zu einem grossflächigen Stromausfall wegen Netzpendelungen im Stromnetz verursacht durch schwere Gewitter. Sämtliche elektrische Geräte, die nicht mit Notstrom versorgt werden, fallen sofort aus.
Ereignisphase	Die Dauer des Stromausfalls sowie das Schadensbild in den Stromversorgungsanlagen sind zunächst nicht absehbar. Es wird von den Betroffenen davon ausgegangen, dass der Strom bald wieder vorhanden sein wird. Am Abend steht fest, dass Leitungstrassen durch Stürme beschädigt und Schaltanlagen durch Blitzeinwirkungen oder Murgänge beeinträchtigt worden sind. Anlagenkontrollen in ausgefallenen Kraftwerken verhindern teilweise die Betriebsaufnahme. Es muss damit gerechnet werden, dass für die vollständige Wiederversorgung aller Kunden bis zu drei Tage benötigt werden. Der Netzwiederaufbau in der Blackout-Zone erfolgt nach Vorbereitung der Stromnetze von aussen nach innen. Teilweise verunmöglichten Schäden an der Infrastruktur den Netzwiederaufbau, so dass eine Region im Störungszentrum während zwei Tagen von der Stromversorgung abgeschnitten und ab dem dritten Tag nur teilweise wieder versorgt werden kann.
Regenerationsphase	In der dritten Nacht nach Beginn des Stromausfalls gelingt es den technischen Betrieben mit Provisorien die beschädigte Infrastruktur zu umgehen resp. provisorisch zu reparieren, so dass alle Gebiete wieder vollständig mit Strom versorgt werden können. Es dauert noch einige Tagen resp. Wochen, bis sich die Situation für die Bevölkerung resp. die Volkswirtschaft normalisiert hat.
Zeitlicher Verlauf	Der Stromausfall dauert in der am längsten betroffenen Region vier Tage. Allerdings nehmen die Auswirkungen bereits ab dem dritten Tag ab, da der Netzwiederaufbau sukzessive angegangen wird. Insgesamt sind die Auswirkungen des Stromausfalls länger als ein Monat festzustellen (vgl. Abbildung).



Räumliche Ausdehnung

Der Stromausfall trifft vor allem das schweizerische Mittelland. Mehrere Kantone einschliesslich einer Grossagglomeration sind direkt betroffen,.

**Auswirkungen**

Personen

Auf den Strassen kommt es zu mehreren Verkehrsunfällen. Diese sind einerseits auf die ausgefallenen Verkehrsregelungsanlagen und das daraus entstandene Verkehrschaos, andererseits auf die verunsicherten Autofahrer zurückzuführen. Der Stromausfall führt zudem zu erhöhtem Verkehrsaufkommen auf der Strasse.

Während der Abende und Nächte entstehen in mehreren Privathaushalten Brände, die von Kerzen ausgelöst werden. Dabei kommt es vereinzelt zu Personenschäden (Rauchvergiftungen). Daneben kommt es zu Todesfällen von Personen, die von lebenserhaltenden Maschinen abhängig sind, welche wegen des Ereignisses ausfallen.

Ältere und betreuungsbedürftige Menschen sind massiv auf fremde Hilfe angewiesen. Für solche Personen, die in Privathaushalten leben, werden Notunterkünfte (z. B. Zivilschutzanlagen) bereitgestellt.

Teilweise funktioniert die Wasserversorgung nicht mehr. Da die Kühlschränke ausfallen, verderben die Lebensmittel sowohl in den Haushalten als auch im Handel. Die Zubereitung von Mahlzeiten ist mehrheitlich nur mit Gaskocher oder Feuer möglich. Deswegen richten die Einsatzorganisationen Sammelstellen ein, an denen Nahrung und Wasser erhältlich ist. Dabei leisten auch Einsatzorganisationen ausserhalb des betroffenen Gebiets Hilfe. Trotzdem erkranken einige Personen wegen einer Lebensmittelvergiftung.

Die Einsatzdienste sind schlecht erreichbar, da der Mobilfunk und das Festnetz nur eingeschränkt oder gar nicht zur Verfügung stehen. Bei mehreren Personen, die verletzt sind oder gesundheitliche Probleme haben, kommt die Hilfe zu

spät.

Während des Stromausfalls rechnet man mit Unterstützungsbedarf für 400'000 Personen die rund einen Tag betreut werden müssen. Es ist mit 13 Todesopfern zu rechnen, ca. 19 Personen werden schwer verletzt oder krank, 60 Personen sind mittelschwer und 120 leicht verletzt oder krank.

#### Umwelt

Aufgrund von Fehlfunktionen und/oder nicht eingehaltener Vorschriften (z. B. Rückhaltebecken und Notstromaggregaten) entweichen an einzelnen Orten Gefahrenstoffe in die Umwelt, da die relevanten Systeme nicht mit Strom versorgt werden. Dabei werden mehrere km<sup>2</sup> Ökosysteme für durchschnittlich 1 Jahr geschädigt.

#### Wirtschaft

Einige Unternehmen können auf eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) sowie auf Notstromaggregate zurückgreifen. Dadurch können IT-Systeme bzw. Rechenzentren (insbesondere für Zahlungsverkehr und Kommunikationseinrichtungen) und Hauptsitze grösserer Banken, trotz Stromausfall ihre essenziellen Funktionen aufrechterhalten.

Wo kein Notstromsystem vorhanden ist, fallen Computer, Server und Telefone aus, und versagen Beleuchtung und Lüftung. Die Angestellten sind derart eingeschränkt, dass sie kaum mehr weiterarbeiten können. Sobald die vermutliche Dauer des Stromausfalls bekannt ist, schicken solche Betriebe ihre Mitarbeiter nach Hause.

Weitere Auswirkungen des Stromausfalls zeigen sich unter anderem bei den ausser Betrieb gesetzten Geld- und Billettautomaten und bei den nichtfunktionierenden Kassensystemen in Läden und Geschäften. An vielen Orten kann gar nicht mehr direkt bezahlt werden, an anderen Orten nur noch mit Bargeld.

Auch die Landwirtschaft ist vom Ausfall betroffen. So können die Kühe nur noch von Hand gemolken werden und Verarbeitungssysteme der landwirtschaftlichen Produkte fallen aus.

Lebensmittel verderben in nicht funktionierenden Kühlanlagen. Dies betrifft z. B. Privathaushalte, Restaurants und die ganze Lebensmittelvertriebskette.

Obwohl die Stromversorgung am vierten Tag wieder gewährleistet ist, müssen an vielen Orten zuerst die Schäden (verdorbene Lebensmittel, Schäden infolge Einbruch, ausgefallene IT-Systeme u. ä.) instand gesetzt werden. Die Folgen des Stromausfalls sind insgesamt länger als ein Monat spürbar.

Die Vermögensschäden (direkte Einbusse der Wirtschaft, Brände in Gebäuden, usw.) und die Bewältigungskosten (wie z. B. für Einsatzkräfte, Notunterkünfte und weitere Versorgung von Unterstützungsbedürftigen) lassen sich nicht klar trennen und gesondert ausweisen; sie betragen insgesamt 230 Mio. CHF. Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit wird um ca. 1 600 Mio. CHF reduziert.

#### Gesellschaft

Die Notstromversorgung in Spitälern ist weitgehend gewährleistet und die



essentiellen Systeme (lebenserhaltende medizinische Systeme und Gerätschaften, Warmwasser u. ä.) sind in Betrieb.

Die Notrufzentralen erhalten zahlreiche Anrufe wegen steckengebliebenen Aufzügen, geschlossenen Schiebetüren, aufkommenden Streitereien in Geschäften (z. B. über Bezahlungsmöglichkeiten) und Ähnlichem. Daraus resultiert bereits in den ersten Minuten nach dem Stromausfall eine hohe Belastung für die Notrufzentralen und die Einsatzkräfte sowie eine Überlastung des Mobilfunknetzes.

Etwa eine halbe Stunde nach Stromausfall fällt die Mobilfunktelefonie aus, da die Sender nicht mehr mit Strom versorgt werden. Die meisten Personen im betroffenen Gebiet haben über die gesamte Dauer des Stromausfalls keine Kommunikationsmöglichkeiten mehr, da sie für die Festnetztelefonie meistens nur stromabhängige, digitale Telefonapparate zur Verfügung haben.

Der Einsatz der Behörden ist wegen des Stromausfalls stark erschwert. Insbesondere der Ausfall der Informations- und Kommunikationsmittel beeinträchtigt die Kommunikation und Koordination. Informationen können nur noch über batterie- oder solarbetriebene Radios empfangen werden. Obwohl noch Unklarheit über die Dauer herrscht, beginnen die Behörden wenige Stunden nach Eintreten des Stromausfalls die Bevölkerung zu informieren und Verhaltensanweisungen durchzugeben. Später kommen periodisch Informationen bezüglich der voraussichtlichen Dauer des Stromausfalls und der Hilfsaktionen dazu. Am Anfang werden die Informationen nur über Radio verbreitet, danach auch über Lautsprecher.

Viele Flüge werden auf Flughäfen umgeleitet, die nicht vom Stromausfall betroffen sind. Flugleitsysteme werden von ausserhalb des betroffenen Gebietes betrieben. Der Betrieb der betroffenen Flughäfen wird geordnet eingestellt und eine vollständige Schliessung in Betracht gezogen.

Der Strassenverkehr ist vor allem am ersten Tag lokal stark behindert. Die nicht funktionierenden Verkehrsleitsysteme und stehengebliebenen Trams und Trolleybusse blockieren die Strassen und sind erst am zweiten Tag soweit weggeräumt, dass der Verkehr wieder fliessen kann. Strassentunnel werden aus Sicherheitsgründen gesperrt.

Trotz eigenem Bahnstromnetz ist der Eisenbahnverkehr ebenfalls gesperrt. Wichtige Einrichtungen in den Bahnleitsystemen sowie in den Stellwerken sind vom öffentlichen Stromnetz abhängig und funktionieren nicht oder nur beschränkt, was zur Folge hat, dass die Personen- und Güterzüge angehalten werden oder stehen bleiben. Auf den betroffenen Strecken werden Busse eingesetzt. Angesichts der Grösse des betroffenen Gebiets und der hohen Anzahl an gestrandeten Personen sind aber sehr lange Wartezeiten in Kauf zu nehmen.

Durch die Verkehrsbehinderungen ist die Versorgung von Gütern (z. B. Lebensmittel) betroffen. Daneben sind Auswirkungen auf die Wasserversorgung und -entsorgung spürbar, da die Pumpen teilweise ausfallen. Wegen der eingrichteten Sammelstellen kommt es aber nicht zu Versorgungsengpässen bezüg-

lich Trinkwasser oder Lebensmittel.

Mit der Zeit macht sich an einigen Orten Benzinmangel bemerkbar, weil die Zapfsäulen der Tankstellen im betroffenen Gebiet ohne Strom nicht funktionieren. Öffentliche Verkehrsmittel, die nicht mit Strom betrieben werden, haben aufgrund beschränkter Betankungsmöglichkeiten einen eingeschränkten Radius.

Auch die Versorgung von Notstromaggregaten mit Diesel ist erschwert, was an einzelnen Orten zu dessen Ausfällen führt. Zudem fallen wiederholt Notfallgeneratoren durch mechanische Schäden aus.

Es kommt während Tagen zu Versorgungsengpässen und –unterbrüchen für grosse Teile Bevölkerung in allen Bereichen, auch in lebensnotwendigen.

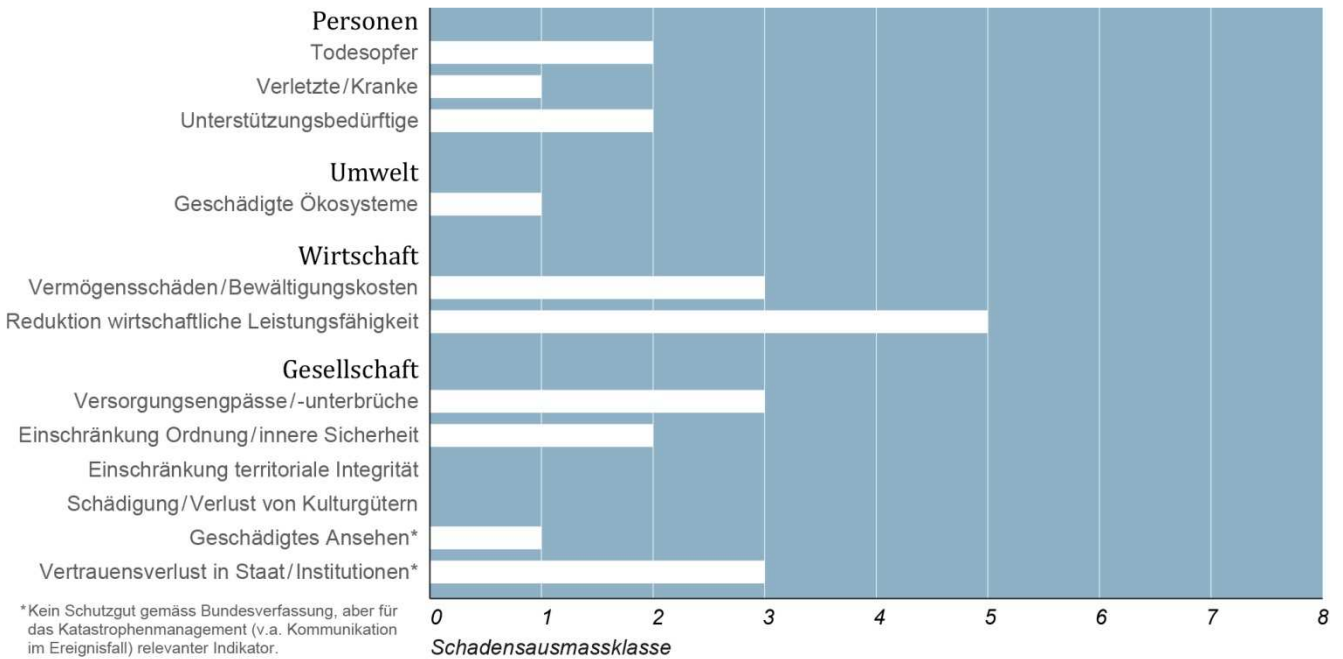
Die Polizei patrouilliert mit allen verfügbaren personellen Ressourcen in der betroffenen Region, um allfälligen Plünderungen und anderen kriminellen Vorkommnissen vorzubeugen. Die benachbarten Kantone stellen zusätzliche Polizisten zur Verfügung. Ordnung und innerer Sicherheit sind für mehrere 10'000 Personen während Tagen eingeschränkt.

Die Berichterstattung durch vorwiegend inländische Medien hat sich intensiviert. Die Hilfsaktionen der Behörden werden teilweise bis ins Detail beleuchtet und kommentiert. Dadurch steigt der Mediendruck auf Behörden und Einsatzorganisationen und erschwert deren Arbeit. Auch nach Behebung des Stromausfalls wird in den Medien weiter über den Ablauf des Ereignisses diskutiert.

Die Schädigung des Ansehens der Schweiz im Ausland ist als gering einzustufen, da sich die Berichterstattung auf wenige Tage beschränkt hat.

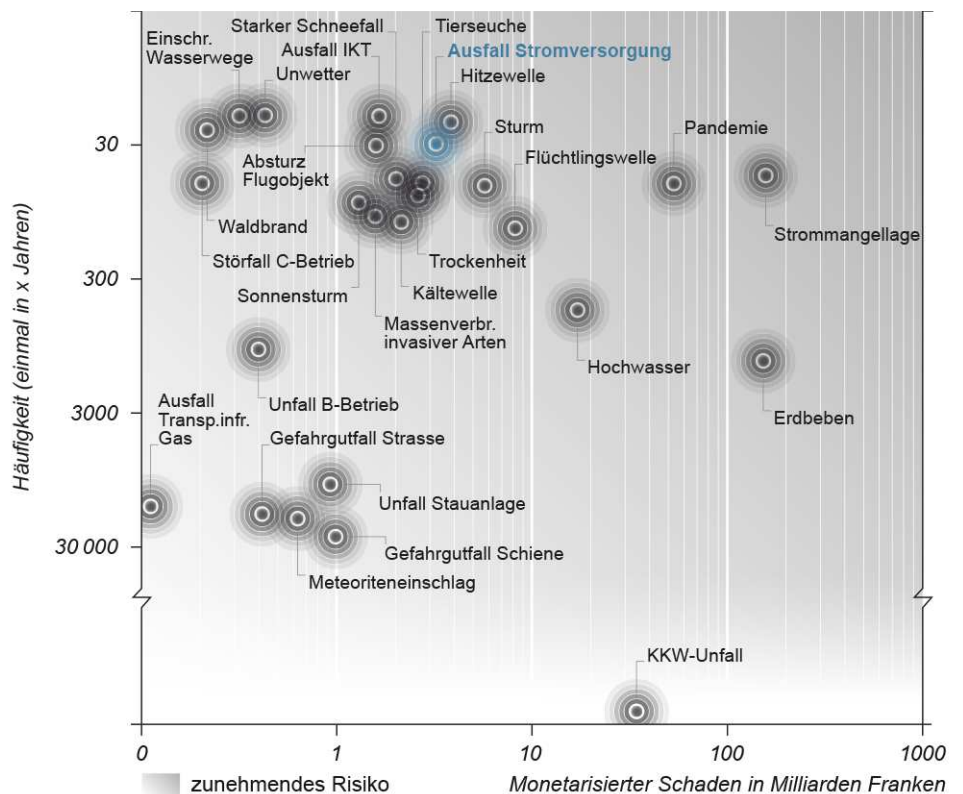
### Auswirkungsdiagramm

Dargestellt ist das erwartete Ausmass pro Schadensindikator im beschriebenen Szenario. Pro Ausmassklasse nimmt der Schaden um den Faktor 3 zu.



### Risikodiagramm

Dargestellt ist das Risiko des beschriebenen Szenarios zusammen mit den anderen Gefährdungsszenarios, die analysiert wurden. Je weiter rechts und oben ein Szenario liegt, desto grösser ist dessen Risiko. Mutwillig herbeigeführte Ereignisse sind den Plausibilitätsklassen zugeordnet, die anderen den Häufigkeitsklassen. Die Schäden sind aggregiert und monetarisiert dargestellt.



## Grundlagen und Referenzen

Verfassung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Artikel 89 (Energiepolitik) und 91 (Transport von Energie) der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999; SR 101.</li> </ul>
Gesetz	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energiegesetz (EnG) vom 26. Juni 1998; SR 730.0.</li> <li>▪ Bundesgesetz vom 23. März 2007 über die Stromversorgung (Stromversorgungsgesetz, StromVG); SR 734.7.</li> <li>▪ Bundesgesetz vom 24. Juni 1902 betreffend die elektrischen Schwach und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz, EleG); SR 734.0.</li> <li>▪ Bundesgesetz vom 4. Oktober 2002 über den Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz (BZG); SR 520.1.</li> </ul>
Verordnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energieverordnung (EnV) vom 7. Dezember 1998; SR 730.01.</li> <li>▪ Stromversorgungsverordnung (StromVV) vom 14. März 2008; SR 734.71.</li> <li>▪ Verordnung vom 30. März 1994 über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung, LeV); SR 734.31.</li> </ul>
weitere rechtliche Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪</li> </ul>
sonstige Quellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement (EVD), 2012, Folgebericht zur Strategischen Führungsübung 2009 (SFU 09): Vorbereitungen auf krisenbedingte Versorgungsengpässe im Strombereich</li> <li>▪ Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement (EVD), Wirtschaftliche Landesversorgung, Bereich ICT-Infrastruktur, 2008, Schlussbericht Sektorspezifische Risikoanalyse, Sektor Energie, Teilsektor Elektrizität</li> <li>▪ Incident Analysis Number IA06-002, 2006, Ontario-US Power Outage – Impacts on Critical Infrastructure</li> <li>▪ Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung (TAB), 2011, Was bei einem Blackout geschieht – Folgen eines langandauernden und grossräumigen Stromausfalls. Thomas Petermann et al, Edition Sigma Berlin</li> <li>▪ U.S.-Canada Power System Outage Task Force, 2004, Final Report on the August 14, 2003 Blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations</li> </ul>
Bildquelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keystone</li> </ul>