

# Elektrischer Blackout

Basiswissen-Dokument, Stand Januar 2018

## 1. Zusammenfassung

Unter Blackout versteht man einen grossräumigen Stromausfall, von dem eine sehr grosse Zahl von Menschen betroffen ist. Auch wenn sich ein solcher Vorfall in der Schweiz noch nie ereignet hat, stellt er doch ein Risiko dar, das die Bundesbehörden und die Energiebranche nicht unterschätzen dürfen. Tatsächlich müssen die zu ergreifenden Massnahmen im Vorfeld geplant werden, da die direkten und indirekten Folgen teils dramatisch ausfallen können.

Im Allgemeinen kann ein Blackout direkt durch eine Störung des Gleichgewichts zwischen Stromverbrauch und Stromerzeugung aufgrund mangelnder Produktion (Verlust / unzureichende Produktion) oder mangelnder Leitungskapazität (Überlastung) sowie durch Synchronitätsprobleme (Produktion), Frequenz- oder Spannungsabfälle verursacht werden. Ursache dieser Probleme können Unfälle oder Zwischenfälle (Kurzschlüsse aufgrund von Unwettern, Fahrlässigkeit, böswilliges Verhalten, Attentate usw.), meteorologische Störungen (Blitzschlag, Sturm, Frost, Überschwemmungen usw.), Abschaltung oder Ausfall von Anlagen (Leitungen, Kraftwerke, Schutzmechanismen usw.) oder auch menschliches Versagen (unzureichende Sicherheitskonzepte, fehlerhafte Lastprognosen, Fehler bei Kommunikation oder Koordination, mangelnde Erfahrung, falsche Massnahmen usw.) sein.

Die der Stromerzeugung und den Stromnetzen innewohnenden Blackoutrisiken sind insbesondere durch mangelnde regionale Produktion, fehlende Investitionen ins Leitungsnetz, die starken Schwankungen bei bestimmten Methoden der dezentralen Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien oder externe Blackouts bedingt. Mit der Digitalisierung der Stromnetze tritt ein neues Risiko auf den Plan: der Cyberangriff. Was die finanziellen Folgen anbelangt, werden die Kosten eines Totalblackouts in der Schweiz ohne Berücksichtigung von Entschädigungen für immaterielle oder indirekte Schäden auf mindestens zwei bis vier Milliarden Schweizerfranken pro Tag geschätzt.

## 2. Geschichtlicher Überblick und bedeutendste Ausfälle in der Schweiz

Seit der Zusammenschaltung der Hochspannungsnetze der Schweiz, Frankreichs und Deutschlands 1958 in Laufenburg gab es in der Schweiz keinen flächendeckenden Versorgungsausfall und keinen Blackout mehr.

Die bedeutendsten Ausfälle betrafen die Region Zürich (ein 24. Dezember in den 1960er-Jahren) sowie die Genferseeregion (Arc Lémanique, 2005). Infolge des ersten Vorfalles wurde ein Programm zum Bau von Ölkraftwerken aufgelegt. Allerdings wurde von diesen einzig das Kraftwerk Chavalon tatsächlich errichtet. Alle anderen geplanten Einrichtungen wurden durch die Atomkraftwerke in Beznau und Mühleberg ersetzt.

## 3. Folgen eines Blackouts

Simulationsübungen für flächendeckende Stromausfälle zeigen eine Blackoutdauer von mindestens vier bis acht Stunden auf. Derart kurze Zeiten lassen sich aber nur erreichen, wenn man über eine Frequenz- und

Spannungsquelle aus einem Nachbarland verfügt (Verbundsystem). Andernfalls muss für die Wiederherstellung der Versorgung (Black Start oder Schwarzstart) mindestens ein Tag vorgesehen werden, sofern Grosskraftwerke verfügbar sind. Einige Szenarios deuten darauf hin, dass der Ausfall bis zu zwei oder drei Tage andauern kann.

Strom stellt als praktischster und am weitesten verbreiteter Energieträger unserer modernen Gesellschaft ein unentbehrliches Konsumgut dar. Daher können die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und menschlichen Folgen eines Blackouts extrem ausfallen, sowohl zahlenmässig als auch was ihre Schwere anbelangt. Aufgrund ihrer engen Verknüpfung mit dem Grad der Entwicklung, Technisierung und Urbanisierung des Landes oder der Region sind die Folgen grösstenteils unmittelbar, es gibt aber auch zahlreiche Auswirkungen, die sich mit zunehmender Dauer verschlimmern.

Zu diesen zählt insbesondere der Ausfall folgender Systeme:

- Beleuchtung (Strassen, Tunnel, Gebäude, Keller, öffentliche Wege usw.);
- Telekommunikations- (nach zwei Stunden bei Mobiltelefonen sowie nach vier Stunden beim Festnetz) und IT-Systeme (Unterbrechung der entsprechenden Prozesse, z. B. Datenverlust);
- Automaten und die verschiedenen Regelungsvorrichtungen, Schutz- und Sicherheitssysteme für Personen, Objekte und Prozesse (Brandmeldeanlagen, Alarmanlagen usw.), einhergehend insbesondere mit einem gesteigerten Brandrisiko;
- Ampeln (Folgen unter anderem: Staus, Unfälle, Blockierung von Rettungswagen);
- Aufzüge (festsitzende Personen, Schwierigkeiten beim Zugang zu höheren Etagen, insbesondere für ältere Personen, Menschen mit Behinderungen sowie Personen mit Kleinkindern);
- Alle Arten elektrischer Maschinen und somit quasi sämtliche Betriebe, Handelsunternehmen und öffentliche Dienste (Stillstand oder Beeinträchtigung diverser Prozesse: Produktion, wissenschaftliche Experimente, Intensivtierhaltung, geschäftlicher Verkehr, Geldautomaten usw.);
- Filter- und Pumpstationen für Trink- und Abwasser (Gewässerverschmutzung) mit mehr oder weniger schnellem Zusammenbruch der Wasserversorgung (in Genf beispielsweise nach zwei bis vier Stunden), je nach Vorhandensein von Hochbehältern und deren Kapazität;
- Trams und Oberleitungsbusse, Tankstellen, Bahnhöfe, Züge und Flughäfen usw.;
- Pflege und Grundversorgung in Altersheimen (Hygiene, Klimatisierung, warme Mahlzeiten, Dialyse usw.);
- Heizsysteme (einschliesslich Heizanlagen auf der Basis fossiler Brennstoffe und sonstiger Anwendungen) und Kühl-/Gefrieranlagen (Schädigung und Verlust von Lebensmitteln, Medikamenten und sonstigen Produkten und Prozessen).

Allerdings beschränken sich die Auswirkungen eines Blackouts nicht auf dessen technische Dauer. Es können auch mittel- und langfristige Folgen beobachtet werden, besonders im mechanischen, physikalischen, chemischen, finanziellen, physiologischen und psychischen Bereich.

Datum	Ort	Betroffene Personen in Millionen
November 1965	USA und Kanada	25
Juli 1977	USA (New York)	7,5
Dezember 1978	Frankreich	45
März 1989	Kanada (Quebec)	6
Dezember 1995	Vereinigte Staaten (Oregon)	2
Dezember 1999	Frankreich	3,4
Januar 2001	Indien (Neu-Delhi)	200
Juni 2003	Italien	6
August 2003	USA und Kanada	30 bis 50
September 2003	Italien	56
September 2003	Schweden und Dänemark	4
November 2004	Spanien	2
Mai 2005	Russland (Moskau)	2
November 2006	Deutschland und Nordwesteuropa	10
Februar 2008	Vereinigte Staaten (Florida)	6
Juli 2012	Indien (Norden, Osten, Nordosten)	620
Mai 2013	Südvietnam und Kambodscha	8
Dezember 2015	Ukraine: 1. Cyberangriff auf ein Stromnetz	0,22
September 2016	Südaustralien	1,7

Tabelle 1: Übersicht einiger grosser Blackouts weltweit

#### 4. Einschätzung der Kosten eines Blackouts in der Schweiz

Die Kosten eines Blackouts lassen sich äusserst schwer berechnen und hängen von mehreren Faktoren ab. Allerdings ergaben sich bei verschiedenen Methoden häufig vergleichbare Grössenordnungen, was die Plausibilitätsbewertung einer minimalen Bandbreite der Kosten ermöglicht.

Angepasst an die Situation im Jahr 2011 und umgerechnet auf die Bevölkerungszahl der Schweiz würden sich die Kosten des Blackouts von New York im Jahr 2003 auf fünf bis sechs Milliarden Schweizerfranken täglich belaufen.

Das BFE führte 2008 eine Umfrage unter 200 Schweizer Unternehmen durch (ohne Garantie für die Repräsentativität der Stichprobe), um die finanziellen Verluste bei einer Unterbrechung der Stromversorgung zu ermitteln. Wenn man den mittleren Stundenwert auf einen Arbeitstag und die Gesamtheit der 300 000 bestehenden Schweizer Unternehmen hochrechnet, ergeben sich bei einem Blackout Kosten zwischen drei und sieben Milliarden Schweizerfranken pro Tag.

Bezogen auf einen Arbeitstag sowie die Jahreswerte für das BIP und die Verdienstsommen in der Schweiz kann als Mindestgrössenordnung leicht Folgendes ermittelt werden:

- BIP je Arbeitstag: 2,4 Milliarden CHF
- Verdienstsomme je Arbeitstag: 1,3 Milliarden CHF

Auf dieser Grundlage können die minimalen Kosten eines Blackouts in der Schweiz auf zwei bis vier Milliarden Schweizerfranken pro Tag geschätzt werden.. Zudem müssten zu dieser Zahl noch die Kosten der diversen immateriellen oder indirekten Schäden einer solchen Unterbrechung der Stromversorgung addiert werden, die in der vorangegangenen Rechnung nicht berücksichtigt sind.

## 5. Unzureichende Investitionen

Die derzeitigen Höchstspannungsnetze stellen ein Problem dar, da einige von ihnen kurz davor sind, ihre maximalen Kapazitätsgrenzen zu erreichen. Sie konnten nicht an die stetig wachsende Stromnachfrage angepasst werden, da regelmässig Baugenehmigungen nicht erteilt werden (systematischer Widerstand). In der Schweiz beläuft sich das Investitionsdefizit heute auf rund sechs Milliarden Schweizerfranken. Die daraus resultierende Überlastung der Leitungen kann zu kaskadierenden Ausfällen führen und somit einen Blackout verursachen. Durch die Öffnung der Strommärkte und die Bedürfnisse im Hinblick auf die internationale Durchleitung wird die Situation zusätzlich verschärft.

Die äusserst starken Produktionsschwankungen, die mit dem massiven Einsatz unbeständiger Energiequellen wie Windkraft und Fotovoltaik zusammenhängen, sowie das Fehlen von Produktionsmitteln, die eine lokale Kompensierung solcher Fluktuationen ermöglichen, können unvorhergesehen oszillierende Lastströme verursachen. Bei Leistungsausfällen oder Überlastungen der Leitungen können diese wiederum Lastabwürfe oder kaskadierende Ausfälle hervorrufen, was zu einem Blackout führt.

Sämtliche der oben genannten Risiken betreffen auch einen grossen Teil der Nachbarländer und könnten in Zukunft einen Blackout in Europa wahrscheinlicher werden lassen, was die teilweise Sicherheit schmälert, die sich aus dem europäischen Netzverbund (UCTE) ergibt, und das Risiko einer länderübergreifenden Ausbreitung eines flächendeckenden Stromausfalls erhöht.

Vor diesem Hintergrund wäre es situationsgerecht, wenn die Schweiz eine genügende Produktionskapazität bewahrt (Leistung und Energie), sodass sie bei Bedarf nicht auf andere angewiesen ist.

## 6. Ausblick 2035/2050

Die zunehmende Überalterung und begrenzte Dimensionierung bestimmter Höchstspannungstransportleitungen, ein gesteigerter Stromverbrauch, der Wunsch oder die Notwendigkeit eines Ausbaus der Transaktionen oder des Austauschs elektrischer Energie auf internationaler Ebene, Schwierigkeiten beim Bau neuer Transportleitungen, der Atomausstieg der Schweiz und anderer Länder, eine Zunahme der unbeständigen dezentralen Stromerzeugung (Windkraft, Fotovoltaik usw.), mangelndes Interesse seitens der Investoren und unzureichende Zeitpläne für den Bau neuer Leitungen und Kraftwerke: Zahlreiche Faktoren steigern das Risiko eines Blackouts und machen präventive Massnahmen immer dringlicher.

Die Entwicklung der Kosten und Risiken eines Blackouts können direkt und indirekt durch eine Vielzahl an Faktoren sowohl auf schweizerischer als auch auf europäischer beziehungsweise globaler Ebene beeinflusst werden. Sicherlich sind einige Aspekte nur schwer vorhersagbar, insbesondere Finanz- oder Wirtschaftskrisen, internationale Konflikte, das Aufkommen neuer Technologien, die konkrete Ausrichtung verschiedener energiepolitischer Pole sowie die Parameter, die diese beeinflussen. Trotzdem kann man ausgehend von der recht vernünftigen Hypothese, dass die Kosten eines Blackouts proportional zum BIP steigen – also um rund 30 % bis 2035 und 50 % bis 2050 –, abschätzen, dass die Kosten eines Blackouts in der Schweiz bis zum Jahr 2050 auf drei bis sechs Milliarden Schweizerfranken pro Tag anwachsen, gegenüber zwei bis vier Milliarden Schweizerfranken heute.

Was die Risikoentwicklung anbelangt, ist eine verlässliche Prognose für den Zeithorizont 2035/2050 nicht möglich. Logisch betrachtet sollte das Risiko kurz- bis mittelfristig aber zunehmen. Gründe hierfür sind die Projekte zur Verringerung beziehungsweise Beendigung der nuklearen Energieerzeugung, der (wahrscheinlich) wachsende Stromverbrauch, die allgemeine Handlungsträgheit angesichts der Kosten und des fehlenden Risikobewusstseins, insbesondere im Zusammenhang mit Cyberangriffen, sowie die erheblichen Verzögerungen beim Bau neuer Kraftwerke und beim Ausbau der Transportnetze.

## 7. Quellenverzeichnis

- BFE 2008                      Zahlungsbereitschaft für Service public und Versorgungsqualität im Strombereich, Bundesamt für Energie BFE, Bern, September 2008
- BMWi 2010                    C. Maurer et al.: Analyse und Bewertung der Versorgungssicherheit in der Elektrizitätsversorgung, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin, 30. September 2010.
- E-ISAC 2016                 Analysis of the Cyber Attack on the Ukrainian Power Grid
- Le Matin 2010                La Suisse risque le black-out, [www.lematin.ch](http://www.lematin.ch), 30. Januar 2010
- RTE 2004                     Les grands incidents à travers le monde (Die grossen Zwischenfälle weltweit), A4 Annexe 4, RTE (Collectif), Paris La Défense, 2004
- RWE 2008                    Frontier economics, Kosten von Stromversorgungsunterbrechungen, RWE AG, Essen, 4. Juli 2008
- Walthéry 2003                P. Walthéry: «Etats-Unis Blackout» (Vereinigte Staaten: Blackout), La Revue Nouvelle, September 2003 / Nr. 9, Brüssel, 2003