

Konsequenzen aus den Blackouts

Hintergründe, Ursachen und Maßnahmen

Dietmar Dürr (Inagendo), Eric Davidson (KEMA), Paul Giesbertz (Dte)

Die Blackouts der letzten Jahre, in den USA, England, Dänemark, Schweden und Italien, haben das Vertrauen der Bürger in die Sicherheit der Stromversorgung erschüttert und den Industriegesellschaften die Abhängigkeit von der Modernisierungsenergie Strom nachdrücklich vor Augen geführt. Ohne Elektrizität ist die Grundversorgung mit Telekommunikation, Wasser, Gas, Radio und Fernsehen nicht gesichert. Elektrizität ist die Lebensenergie und Motor der modernen Industriegesellschaft.

Ist die Häufung der Ausfälle seit 2003 zufällig oder hat – wie insbesondere Liberalisierungskritiker behaupten – die Versorgungsqualität generell abgenommen? Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten. Die größten Blackouts der letzten Jahre weisen unterschiedliche Ursachen auf, die sich typologisch in drei Klassen teilen lassen und häufig kombiniert auftreten: Extreme (Wetter)Bedingungen (W), menschliches Versagen (M) und technische Mängel (T):

- Am 14. August 2003 wurde der amerikanische Nordwesten von einem Blackout betroffen, der 50 Millionen Menschen bis zu 30 Stunden von der Stromversorgung abnabelte. Ursache war eine kaskadierende Abschaltung von Übertragungsnetzen und Kraftwerken (M, T)
- Am 18 August 2003 waren eine Million Einwohner in London von einem 35-minütigen Stromausfall betroffen, der durch eine unterdimensionierte Schutzschaltung verursacht wurde (T)
- Am 23. September 2003 waren 3,8 Millionen Einwohner in Dänemark und Schweden ohne Strom, verursacht durch den Ausfall eines Grundlastkraftwerks bei gleichzeitigen Wartungsarbeiten am Ostseekabel (T)
- Am 27. September 2003 ereignete sich in Italien ein 18-stündiger, landesweiter Blackout, der auf den Ausfall von zwei Übertragungsleitungen in der Schweiz zurückging (M,T)
- Am 12. Juli 2004, einen Monat vor den Olympischen Sommerspielen, war der Süden Griechenlands und die Hauptstadt Athen zwei Stunden ohne Strom und Telefon. Ursache waren Überlastung der Netze durch Sommerhitze und Klimaanlage (W,T)
- Am 25. Mai 2005 waren bis zu zwei Millionen Menschen im Süden Moskaus ohne Strom, Telefon und Internet. Der Stromausfall ist zurückzuführen auf den Brand eines Umspannwerkes, in dessen mittelbarer Folge weitere Umspannanlagen überlastet und automatisch abgeschaltet wurden (W,T)

Während für die gravierenden Blackouts des Jahres 2003 in den USA und und Italien bereits detaillierte Abschlussberichte vorliegen, dauern die Untersuchungen der jüngsten Blackouts an. Wie bei den meisten großflächigen Stromausfällen sind die Ursachen komplex. Blackouts werden häufig von unverbundenen (jedoch nicht unwahrscheinlichen) Ereignissen ausgelöst, die dominoartig zu Abschaltungen von Kraftwerken, Übertragungsleitungen und Schaltanlagen führen. Wie die o.g. MWT-Klassifizierung der Blackouts zeigt, treten häufig technische Mängel (T)

bei den Schutzmechanismen zutage, die extreme Bedingungen (W) oder Bedienfehler (M) abfedern sollen.

Die auslösenden Ereignisse sind ex-post einfach zu ermitteln. Frage bleibt, warum triviale Ursachen mit bekannt moderater Eintrittswahrscheinlichkeit ganze Länder und Landstriche von der Stromversorgung abkoppeln können. Fehlfunktionen, Bedienfehler, Wartungsarbeiten, Kühlwassermangel oder beschädigte Freileitungen sind keinesfalls seltene Ereignisse, ohne dass es in der Vergangenheit zu großräumigen Blackouts gekommen wäre. Vielleicht ist die Elektrizitätswirtschaft Opfer ihres eigenen Erfolgs: In Jahrzehnten unterbrechungsfreier Stromversorgung haben sich Wirtschaft und private Verbraucher auf die stetige Verfügbarkeit von Energie verlassen und Strom nur mehr als "Commodity" wahrgenommen, ohne die ökonomischen und technischen Bedingungen für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit zu honorieren.

Können Stromausfälle vorhergesagt werden?

Stromausfälle in der beobachteten Größenordnung weisen eine geringe statistische Restwahrscheinlichkeit auf, sind aber nicht vorhersagbar. In den USA gab es Hinweise, dass der Ausbau des Übertragungsnetzes nicht Schritt mit den wachsenden Transportmengen halte. In Italien bzw. Großbritannien gab es Warnungen, dass die Kurzzeitreserve unzureichend bzw. die Erzeugungskapazitäten für extreme Spitzenlasten nicht ausreichen. Vor keinem der Blackouts gab es spezifische Hinweise, die zur Vermeidung hätten führen können.

- *Der größte italienische Stromversorger hat eine Warnung ausgesprochen, dass es bis zum Mittwoch landesweit zu Abschaltungen kommen könnte* (23 Juli 2003)
- *Ein führender Energieexperte hält massive Stromausfälle, wie die in den östlichen Vereinigten Staaten auch in Großbritannien für möglich* (15 August 2003, nach dem US-Blackout)
- *Um eine Ausfalltoleranz wie im Bereich der öffentlichen Stromversorgung zu erreichen (Prinzip N-1) ist der Aufbau redundanter Ringstrukturen nötig* (Mai 2005, nach dem Ausfall der Schweizer Bahnversorgung)

Einfluss der Medien

Nach dem amerikanischen Blackout wurden Stromversorger weltweit um Ursachenanalysen und Kommentare gebeten. Die medieninhärente Suche nach kausalen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen führte zu Spekulationen und Unsicherheitsszenarien. Richtig ist, dass die Stromverbraucher eine 100%ige Versorgungssicherheit als gegeben genommen hatten, ohne dass es die Energiewirtschaft verstanden hat, einen öffentlichen Konsens um die Bedingungen und den Preis dieser Versorgungssicherheit herzustellen. In Deutschland hat sich die öffentliche Wahrnehmung der Energiepolitik häufig auf Castor-Transporte beschränkt. Schwarz-Weiss-Denkschemata, wie sie im Gefolge der Blackouts aufkamen, sind nicht neu.

- *Der Stromversorger hat sich grob fahrlässig verhalten, wenn nicht sogar noch schlimmer.* Politiker nach dem New Yorker Blackout von 1977.
- *Das Problem besteht darin, dass niemand genug Übertragungskapazität installiert.* Der ehemalige US-Energieminister Bill Richardson am 15. August 2003.

- *Wir lassen uns nicht zu voreiligen Schlüssen verleiten. Wir untersuchen den Vorfall gründlich und objektiv*, US Energieminister Spencer Abraham über den Blackout.
- *Das ist die Kehrseite der Privatisierung, weil Profit und Managementgehälter wichtiger geworden sind als Investitionen*. Britischer Wissenschaftler am 30. August 2003 nach dem Londoner Blackout.

Bei aller Hysterie erfüllen die Medien die nützliche Funktion, die Öffentlichkeit über Ursachen von Blackouts und nötige Abhilfen zu informieren. Dennoch bleibt die Energiewirtschaft gefordert, über die Krisenkommunikation hinaus für die Belange der Stromversorgung zu werben. Mangelndes Bewusstsein über die Bedingungen einer sicheren Stromversorgung führt dazu, dass Verbraucher und Medien von den Folgen von Versorgungsausfällen unvorbereitet getroffen werden und Feindbilder aufbauen. Gleiches gilt übrigens nicht nur für Blackouts, sondern auch für die Mechanismen der Strompreisgestaltung.

Restrukturierung der Elektrizitätsversorgung

Mit der Liberalisierung ist die Einführung von Wettbewerb und Handel verbunden, auch über Staatsgrenzen hinweg, was prinzipiell zu Vorteilen für Verbraucher führen sollte. Diese Freiheiten müssen gegenüber den Anforderungen einer stabilen Energieversorgung abgewogen werden. Durch den zunehmenden Stromhandel werden die Netze heute näher am Limit betrieben. Planungsaufwendungen und Anforderungen an Visualisierungs- und Monitoringsysteme sind gewachsen. Der Betrieb des Elektrizitätssystems am Limit kann unerwartete Folgen nach sich ziehen. Am 27. September 2002 verursachten Stromexporte aus Frankreich, zusätzlich zu Lastflüssen aus der Schweiz nach Deutschland, eine Spitzenlast von 2600 MW im belgischen Übertragungsnetz. In der Folge warnte der belgische Systembetreiber die benachbarten Betreiber, dass eine Öffnung der belgischen Nordgrenze unmittelbar bevorstehe. In diesem Fall war der Systembetreiber autorisiert, eine solche Maßnahme vorzunehmen.

- *Waren den Systembetreibern die Hände gebunden, adäquate Gegenmaßnahmen [gegen die Ausfälle] zu unternehmen?* 18. August 2003 über den US Blackout

Systembetreiber benötigen die klare Autorität, Systemsicherheit über kommerzielle Überlegungen zu stellen. Der durch den Wettbewerb ausgelöste Konkurrenzreflex darf nicht zu einer nachlassenden Bereitschaft führen, systemkritische Informationen auszutauschen. Sowohl in den USA als auch in Italien waren wechselseitige Vorwürfe der Systembetreiber zu vernehmen.

- *Schweizer Warnung über italienischen Stromausfall am 30. September 2003 zu spät*
- *Kanadische Offizielle benannten ein Feuer in einem Kraftwerk nahe der nordamerikanischen Stadt Niagara als Ursache für den Blackout. US-Offizielle wiesen diese Theorie zurück*, 15. August 2003
- *US-Offizielle suchen die Ursache für Übertragungsnetzprobleme in Kanada*, 15. August 2003

Das liberalisierungsbedingte Unbundling soll den Netzbetreibern im Idealfall erlauben, unabhängig von wirtschaftlichen Interessen des vertikal integrierten Unternehmens zu agieren und Netzverlässlichkeit und –sicherheit sicherzustellen. In der Folge sind die Kooperationsanforderungen zwischen Netzbetreibern höher, als zwischen konkurrierenden Erzeugungs- und Ver

triebsunternehmen. Mit dem Unbundling werden formale Absprachen notwendig, wie Grid Codes oder Konnektionsvereinbarungen, um die erforderlichen Regeln und Datenanforderungen für den sicheren Betrieb des Gesamtnetzes zu definieren. Aufgabe der Netzbetreiber ist, das Netz sicher und effizient zu betreiben und diskriminierungsfrei allen Wettbewerbern zur Verfügung zu stellen. Ihre primäre Verantwortung ist also der Netzbetrieb, nicht die Bereitstellung ausreichender Erzeugungskapazitäten.

In einem Wettbewerbssystem gibt der Markt – nach der Theorie – ausreichende Investitionssignale. Die kritische Frage bleibt, ob das in der Praxis angesichts der langen Planungs- und Investitionszyklen der Energiewirtschaft tatsächlich der Fall ist. Keiner der beschriebenen Blackouts ist auf mangelnde Erzeugungskapazität zurückzuführen. Italien ist zwar auf Importe angewiesen, um seine Spitzenlast zu decken; zum Zeitpunkt des Blackouts waren die italienischen Erzeugungskapazitäten zwar an sich ausreichend, jedoch in Folge des Frequenzabfalls automatisch abgeschaltet worden.

- *Die Stromausfälle in London und Birmingham wurden durch das Versagen von neuem Equipment und nicht etwa durch mangelnde Investitionen verursacht.* Ofgem, 30. September 2003

Unbundling führt zur Aufspaltung vormals integrierter Geschäftsbereiche. Berechtigte Frage bleibt, ob die gewählte organisatorische und operative Struktur nicht gewachsene Informationsbeziehungen zerstört, d.h. ob alle Marktteilnehmer über die benötigten Informationen verfügen. Die Verantwortlichkeiten der Marktteilnehmer sind in Abbildung 1 beschrieben:

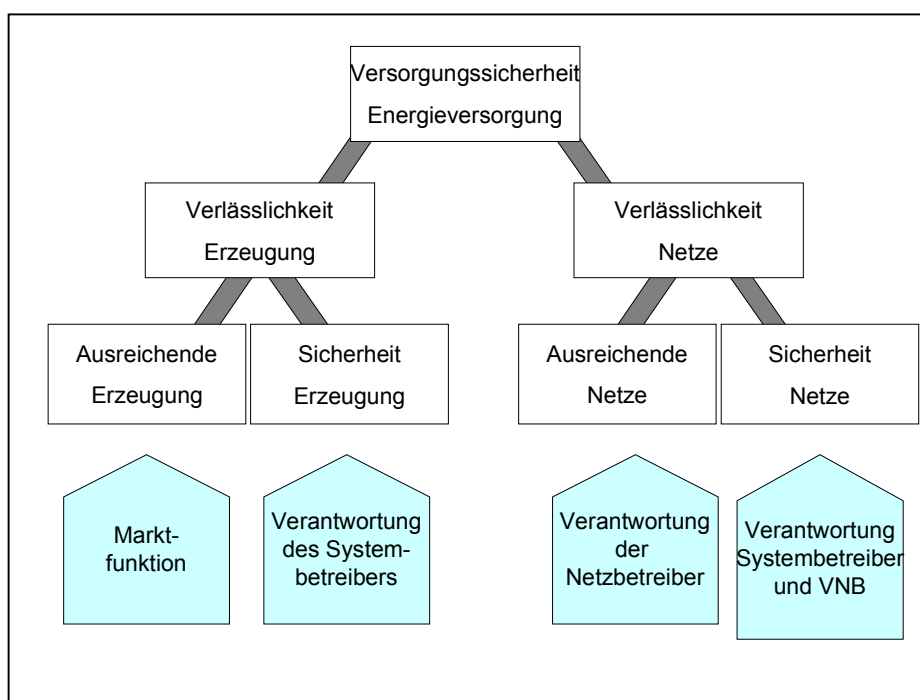


Abbildung 1: Verantwortlichkeiten für die Versorgungssicherheit

In der Vergangenheit sind sowohl die Zuverlässigkeit des Netzes als auch die Anforderungen der Verbraucher gestiegen. In der Folge sind moderne Elektrizitätsversorgungssysteme zunehmend komplexe Gebilde und schwieriger zu betreiben. Mit wachsenden grenz- und systemüberschreitenden Stromflüssen wachsen die Anforderungen an die Abstimmung zwischen den Systembetreibern. Kommunikation und Datenaustausch mit benachbarten oder ausländischen Sy

stembetreibern müssen verbessert werden. Die Sicherheit eines Versorgungsnetzes hängt nicht alleine vom Betrieb des eigenen Netzes, sondern immer stärker von der Funktionsfähigkeit des vermaschten Gesamtnetzes ab. Der Informationsbedarf moderner Systembetreiber endet daher nicht an der Grenze des eigenen Versorgungsgebietes, sondern setzt Informationen über benachbarte Systeme und ihren Status voraus. Nach den bisherigen Informationen war das beim italienischen Blackout nicht gewährleistet, weil der italienische Systembetreiber auf mündliche Informationen von E-Trans angewiesen war.

- *Wir überprüfen, ob eine engere Zusammenarbeit den Stromausfall verhindert haben würde, Italiens Regulator am 29. September 2003*
- *Schweizer, französische und italienische Stromversorger diskutieren über die Verbesserung der Zusammenarbeit bei künftigen Blackouts, 30. September 2003*

Regulierung

Regulierungsbehörden installieren Regulierungssysteme, die Kosten- und Qualitätsgesichtspunkte ausbalancieren und monopolistisches Verhalten zum Schaden der Verbraucher verhindern sollen. Entgegen der Theorie, die die Verantwortung des Regulierers auf die leitungsgebundenen Monopole beschränkt, spielen auch die wettbewerblich organisierten Erzeugungskapazitäten eine kritische Rolle: Die ausreichende Bereitstellung von Regelenergie ist konstitutiv für Spannungs- und Frequenzhaltung und damit für die Versorgungsqualität.

Der Verantwortungsbereich von Regulierern ist – trotz Harmonisierungsbemühungen in Europa – auf Länder beschränkt; in den USA ist die Energiemarktregulierung Sache der Bundesstaaten. Strom hält sich jedoch nicht an Grenzen. Die regionale Beschränkung der regulatorischen Verantwortung führt zu zersplitterten und unabgestimmten Anreizen und geht an der Realität vorbei; gleiches gilt für die nationalen Energiepolitiken. Mit CEER und ERGEG findet in der EU zumindest ein Abstimmungsprozess zwischen den staatlichen Regulierungsbehörden statt, ohne dass dieser Prozess bisher abgeschlossen wäre. Die als Kompromiss zwischen Bundestag und Bundesrat im neuen EnWG getroffene Kompetenzaufspaltung zwischen Bundesnetzagentur und Landesregulierungsbehörden ist vor diesem Hintergrund besonders kritisch zu bewerten.

- *Jahre der Investitionszurückhaltung durch Energieunternehmen haben dazu geführt, dass das amerikanische Versorgungsnetz nicht mehr adäquat für den steigenden Bedarf ist. 15. August 2003*
- *Die Europäische Kommission führt den Blackout auf chronische Netzengpässe in Teilen der EU zurück. 29. September 2003 über den italienischen Blackout*
- *EU Energiekommissarin Loyola de Palacio verlangte am Montag die Einführung eines einzigen Elektrizitätsnetzes und die vollständige nationale Marktöffnung. 29. September 2003 nach dem italienischen Blackout.*

Wetter- und Umweltbedingungen

Bei der Mehrzahl von Stromausfällen spielen Wetterbedingungen eine bedeutende Rolle. Die Stromausfälle in Quebec 1989 und 1998 wurden durch geomagnetische bzw. Schneestürme verursacht. 1999 führte ein Jahrhundertsturm zu einem großflächigen Stromausfall in Frankreich.

In anderen Fällen wirken Wetterbedingungen als Katalysator: In Quebec lösten 1998 Schneestürme den verheerendsten Blackout der Geschichte aus: 33 Tage war die Versorgung der Bevölkerung unterbrochen. Auch die jüngsten Stromausfälle in Moskau und Kalifornien im Mai und August 2005 waren mit unüblich hohen Temperaturen verbunden. Sollten sich die Anzeichen eines Klimawechsels bestätigen, werden wetterbedingte Stromausfälle eher noch zunehmen. Wetterbedingungen bleiben ein Risikofaktor und nie kontrollierbar. Ihre Auswirkungen lassen sich durch verbesserte Wetterprognosen, Netzplanung und -topologie sowie Restaurierungsmethoden begrenzen.

Verschärfte Umweltschutz- und Planungsaufgaben erschweren die Errichtung neuer Übertragungsnetze und Kraftwerke. In Auckland sah sich der Netzbetreiber 1998 massiver Opposition gegen einen Netzausbau ausgesetzt. Erst nach einem totalen Blackout wurde die benötigte Freileitung innerhalb weniger Wochen genehmigt und installiert.

- *Der Widerstand der Umweltbewegung gegen den Bau neuer Kraftwerke hat dazu geführt, dass Italien zunehmend auf Stromimporte angewiesen ist.* 30. September 2003 nach dem italienischen Blackout.

Angesichts des Klimawechsels und des Treibhauseffektes fördern insbesondere die EU-Staaten die CO₂-freie Stromerzeugung, insbesondere aus Windenergie. Neben Planungs- und Umweltauflagen bringt der Zuwachs an Windenergie neue operative Probleme mit sich. Da der Windertrag nicht prognostizierbar ist – und zumindest in Deutschland nicht wirklich von einer verbrauchernahen Erzeugung gesprochen werden kann – potenzieren sich die physischen Bilanzierungsprobleme der Netzbetreiber.

Informationsmanagement

Neuer, grösser, schneller: Moderne Leiststellensysteme und Energiedatenmanagement stellen wachsende Informationsmengen bereit, während Netzleitstellen mit sinkender Personaldecke immer größere Netzbereiche abdecken. Im Not- bzw. Krisenfall sieht sich das Leitstellenpersonal einer Informationsflut gegenüber, die kaum zeitkritische Entscheidungen erlaubt. Systeminformationen sollen aussagekräftig, verlässlich und übersichtlich sein, um Echtzeit-Entscheidungen in Krisensituationen zu ermöglichen. Leitstellensysteme und Kommunikationsinfrastruktur müssen selbst im Falle eines totalen Blackouts funktionsfähig bleiben. Eine unzureichende Leiststellenarchitektur scheint sowohl in den USA als auch in London die Auswirkungen der Blackouts verschärft zu haben.

- *Wir haben keine Ahnung. Unser Computer bereitet uns auch Zustände.* Netzleitstellen-Mitarbeiter, 14. August 2003 im US-Blackout
- *Wir kennen noch nicht mal den Status der Lastflüsse rund um uns herum,* Netzleitstellen-Mitarbeiter, 14. August 2003 im US Blackout
- *Es ist normal beim Design von Netzleitstellen, zur Vermeidung von Warnüberflutungen in Krisensituationen Warnmeldungen zu kumulieren, um ihre Gesamtzahl zu minimieren,* Bericht von NGC, 10. September 2003, London Blackout.

In vermaschten Systemen gewinnt der Informationsaustausch zwischen den Systembetreibern an Bedeutung. Im Bereich der UCTE sind in den letzten Jahren Verbesserungen, zumindest bei der

Prognose von Netzengpässen, erzielt worden. Im Zwischenbericht der UCTE über den italienischen Stromausfall ist jedoch zu lesen:

- *GRTN erhält von ETRANS Online Flussdaten der wichtigsten Schweizer Übertragungsnetze. Dieser Datensatz entspricht hinsichtlich seiner Vollständigkeit jedoch nicht den Daten, über die Übertragungsnetzbetreiber in ihren internen Systemen verfügen. Wie Experten ermittelten, bedeutet die Tatsache, dass ein Datenaustausch stattfindet nicht, dass GRTN eigene Korrekturmaßnahmen vornimmt, da die betroffenen Leitungen außerhalb des Einflussbereichs von GRTN liegen und der Vorfall sich nicht im Bereich der GRTN N-1-Kontingenzanalyse ereignet (UCTE-Zwischenbericht).*

Auf deutsch: GRTN hat keine Maßnahmen ergriffen hat, weil der Ausfall der Leitungen in der Schweiz auftrat, und die Schweizer bekümmerten sich nicht um das italienische Frequenzhaltungsproblem, weil es in Italien auftrat. Hätten GRTN und ETRANS wechselseitig automatisiert über adäquate Informationen verfügt, wäre die Dringlichkeit des Problems früher aufgefallen und Italien hätte seine Pumpspeicher vom Netz nehmen können, um die San Bernadino-Leitung zu entlasten.

- *Der Stromausfall wurde von Ursachen in der Schweiz ausgelöst. Auf die Anfangsphase beim Ablauf der Ereignisse hatten die italienischen Netzbetreiber keinen Einfluß. UCTE-Abschlussbericht vom 27. April 2004.*

Insofern liegen, wie der UCTE-Abschlussbericht festhält, zwar die Ursachen in der Schweiz, die Inadäquanz der Gegenmaßnahmen ist jedoch auf bilaterale informations- und kommunikationstechnische Probleme zurückzuführen.

Mögliche Folgemaßnahmen

Es ist unmöglich alle denkbaren Situationen vor auszuplanen oder eine hundertprozentige Ausfallgarantie zu geben. Auf der Basis genereller Annahmen lassen sich jedoch adäquate Vorbereitungen treffen. Das betrifft Planungsgüte, angemessene Investitionen in Kraftwerke, Kuppelleitungen und Systeme, das Management der Anlagen sowie Betriebsführungsphilosophie. Das Versorgungsnetz ist insbesondere während der Lastspitzen, Wartungs- und Ausbaumaßnahmen oder bei ungewöhnlichen Wetterbedingungen anfällig.

Engpässe im Übertragungsnetz stellen das größte Einzelrisiko für Ausfälle dar, die räumlich beschränkt auftreten und sich zu großflächigen Blackouts auswachsen können. Hier sind – trotz des TEN-Programms der EU-Kommission, das seit 1996 Stimuli für den Ausbau der grenzüberschreitenden Netze zu geben sucht – die größten Herausforderungen innerhalb des europäischen UCTE-Elektrizitätsnetzes. Ursprünglich als gegenseitiges Ausgleichssystem der europäischen Übertragungsnetzbetreiber angelegt, werden über die UCTE-Netze heute zunehmend größere Strommengen gehandelt, ohne dass die Frage, welche Systembetreiber zu welchen wirtschaftlichen Bedingungen Übertragungsnetzkapazität bzw. Kuppelstellen zubauen, hinreichend geklärt ist.

Um adverse Situationen zu minimieren und Blackouts zu begrenzen sind fünf Maßnahmen parallel und gleichberechtigt umzusetzen:

Fünf-Phasen-Plan:

Vermeidung von Zwischenfällen:

Risikominimierungsstrategien lassen sich nach lang-, mittel- und kurzfristigen Maßnahmen unterscheiden. Langfristige Maßnahmen sind Systemplanung, Design und Asset Management; mittelfristige Maßnahmen sind Wartungs- und Ausfallplanung und kurzfristige Maßnahmen schließen den operativen Tagesbetrieb sowie die notwendigen Systeme zur Vermeidung und Beschränkung von Ausfällen ein. Dabei spielen Maßnahmen zur Netzstabilität und Frequenzhaltung eine besondere Rolle. Spannungsabfälle mit nachfolgendem Kollaps des bzw. der Netze sind komplexe Phänomene und schwierig zu simulieren. Sie spielen häufig eine wesentliche Rolle bei großflächigen Blackouts, wie in den USA oder Italien.

Für einen vorbeugenden Ausbau sind drei Vorbedingungen erforderlich:

1. Ausreichende Netz-, Anlagen- sowie Erhaltungs- und Wartungsinvestitionen;
2. Ausbalancierung des Regulierungsrahmens zwischen Kosteneffizienz und Versorgungsqualität;
3. Ausbalancierung von Planungsaufgaben mit Sicherheitsanforderungen.

Diese Vorbedingungen haben sich im Zuge der Deregulierung geändert, meist zum Nachteil der Versorgungsqualität. Insbesondere hat die Energiewirtschaft versäumt, einen gesellschaftlichen Konsens herzustellen, dass Versorgungsqualität nicht gottgegeben, sondern mit (baulichen) Anlagen und Kosten verbunden ist.

Korrekturmassnahmen:

Unter Korrekturmassnahmen werden manuelle und automatische Aktionen verstanden, auftretende Ausfälle regional zu begrenzen. Dazu gehören angemessen dimensionierte, gewartete und parametrisierte Schutzmechanismen, die elektrische Anlagen vor Zerstörung bewahren, und Prognose- und Lastsysteme, die Nachfrage und Erzeugung ausgleichen. Zur Sicherung des Gesamtnetzes sind weiträumige (d.h. netzübergreifende) Mechanismen, wie Schutz-, Monitoring und Dispatch-Systeme vorzusehen. Manuelle Eingriffe in Krisensituationen setzen voraus, dass das Leitstellenpersonal über ausreichende, verlässliche und präzise Informationen über den Zustand des Gesamtnetzes verfügt.

Restaurierungsplan:

Der Restaurierungsplan ist ein essentielles Element, die Versorgung nach Eintritt eines Ausfalls koordiniert und schnellstmöglich wieder aufzunehmen. Während die Korrekturmaßnahmen das (räumliche) Ausmaß eines Stromausfalls beschränken, dient der Restaurierungsplan dazu, Anlagen wieder ans Netz zu bringen und die zeitliche Dimension eines Ausfalls zu beschränken. Hierbei stehen Sicherheitsfragen im Vordergrund, da Restaurierungsmaßnahmen in Abstimmung mit anderen Systembetreibern durchgeführt werden müssen. Die Restaurierungspläne aller Systembetreiber müssen daher aufeinander abgestimmt, einvernehmlich verabschiedet, regelmäßig aktualisiert und getestet werden. Dabei ist die Prüfung von Notfallaggregaten und Kommunikationseinrichtungen vordringlich, da diese Systeme fehlerfrei funktionieren müssen, um die Stromversorgung wieder aufzunehmen.

Ursachenanalyse:

Alle Ereignisse, menschlicher, technischer oder natürlicher Herkunft, die zu Ausfällen geführt haben, müssen analysiert werden. Im Falle großflächiger Versorgungsausfälle kann die Untersuchung der Daten aus den Leiststellensystemen, Störungsaufzeichnungen sowie Sprachaufzeichnungen Monate dauern. Es ist nicht Sinn der Ursachenanalyse Schuldzuweisungen vorzunehmen, sondern eine Wiederholung solcher Ereignisse zu verhindern. Dazu sind die Ereigniskette zu rekonstruieren sowie maßgebliche Ursachen-Wirkungszusammenhänge herzustellen. Auf dieser Basis kann das Untersuchungsteam Empfehlungen aussprechen, die bei den beteiligten Netzbetreibern implementiert werden müssen.

Im Strombereich sind – sieht man von gegenseitigen Schuldzuweisungen in Italien oder den USA ab – Ursachenanalysen kaum von Verschleierungsversuchen getrübt worden, die z.B. Bahnunfälle oder Flugzeugabstürze häufig behindern. Noch sind in der Energiewirtschaft Untersuchungen vom Bemühen getragen, nach Schadensfällen eine verbesserte Funktion des Gesamtnetzes zu erreichen. Die Hoffnung ist, dass dies so bleibt und nicht durch vorgelagerte wirtschaftliche Interessen behindert wird.

Implementierung der Empfehlungen:

Die Implementierung der Empfehlungen aus dem Ursachenbericht ist unumgänglich, um künftige Ausfälle zu vermeiden. Die Empfehlungen sollten priorisiert, strukturiert und geplant umgesetzt werden. Zusätzlich sollte eine Erfolgskontrolle durch das Untersuchungsgremium erfolgen. Der Empfehlungskatalog kann – in Ländern mit Anreizregulierung – gegenüber dem Regulierer als Argumentation für “Sonderinvestitionen” genutzt werden.

Der Faktor Mensch:

Die Umsetzung aller Maßnahmen setzt ausreichende Personalressourcen, erfahrene und motivierte Mitarbeiter sowie geeignete Ausbildungs- und Trainingsmaßnahmen voraus. Großflächige Ausfälle ereignen sich so selten, dass das Betriebsführungspersonal gegebenenfalls nie einen Blackout selber erleben wird. Das gesamte Personal sollte jedoch nicht nur für den operativen Routinebetrieb, sondern auch für Notfall- und Krisensituationen ausgebildet sein. Dazu müssen Krisenszenarien und Blackout-Bedingungen regelmäßig simuliert werden.

Schlussfolgerung

Die Blackouts in den USA und Europa haben das Thema der Versorgungssicherheit wieder auf die Tagesordnung gebracht. Vielleicht benötigen moderne Industriegesellschaften gelegentliche Stromausfälle als Korrektiv, um der Energiewirtschaft verlässliche Planungs- und Investitionsbedingungen einzuräumen.

Obwohl Stromausfälle gravierende wirtschaftliche und persönliche Folgen für die betroffenen Regionen und Verbraucher haben können, gibt es auch positive Auswirkungen: Neuere Untersuchungen ergeben, dass die Geburtenrate im Gefolge von Blackouts steigt. Dass geplante Abschaltungen dem deutschen Rentenversicherungssystem neue Beitragszahler zuführen und somit Honorare der Rentenversicherungsträgern eine neue Einnahmequelle der Energiewirtschaft bilden könnten, ist jedoch nur eine - nicht ganz ernst gemeinte - Geschäftsidee.