

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 57 (1966)
Heft: 5

Artikel: Die Netzstörung vom 9./10. November 1965 im Nordosten der Vereinigten Staaten
Autor: Cuénod, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916578>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Netzstörung vom 9./10. November 1965 im Nordosten der Vereinigten Staaten

von M. Cuénod, Gainesville, Florida

DK 621.311.004 (73) «1965»

1. Zusammenfassung

Der «Bericht an den Präsidenten der USA» der Untersuchungskommission der «Federal Power Commission» untersucht in alle Einzelheiten die Netzstörung, welche am 9./10. November 1965 den Nordosten der Vereinigten Staaten betroffen hat. Aufgrund der Angaben, die in diesem Bericht enthalten sind, ruft dieser Aufsatz den Ablauf dieser Störung in Erinnerung, erwähnt ihre Ursachen und ihre Folgen für die Abnehmer und fasst die Empfehlungen der Untersuchungskommission zusammen.

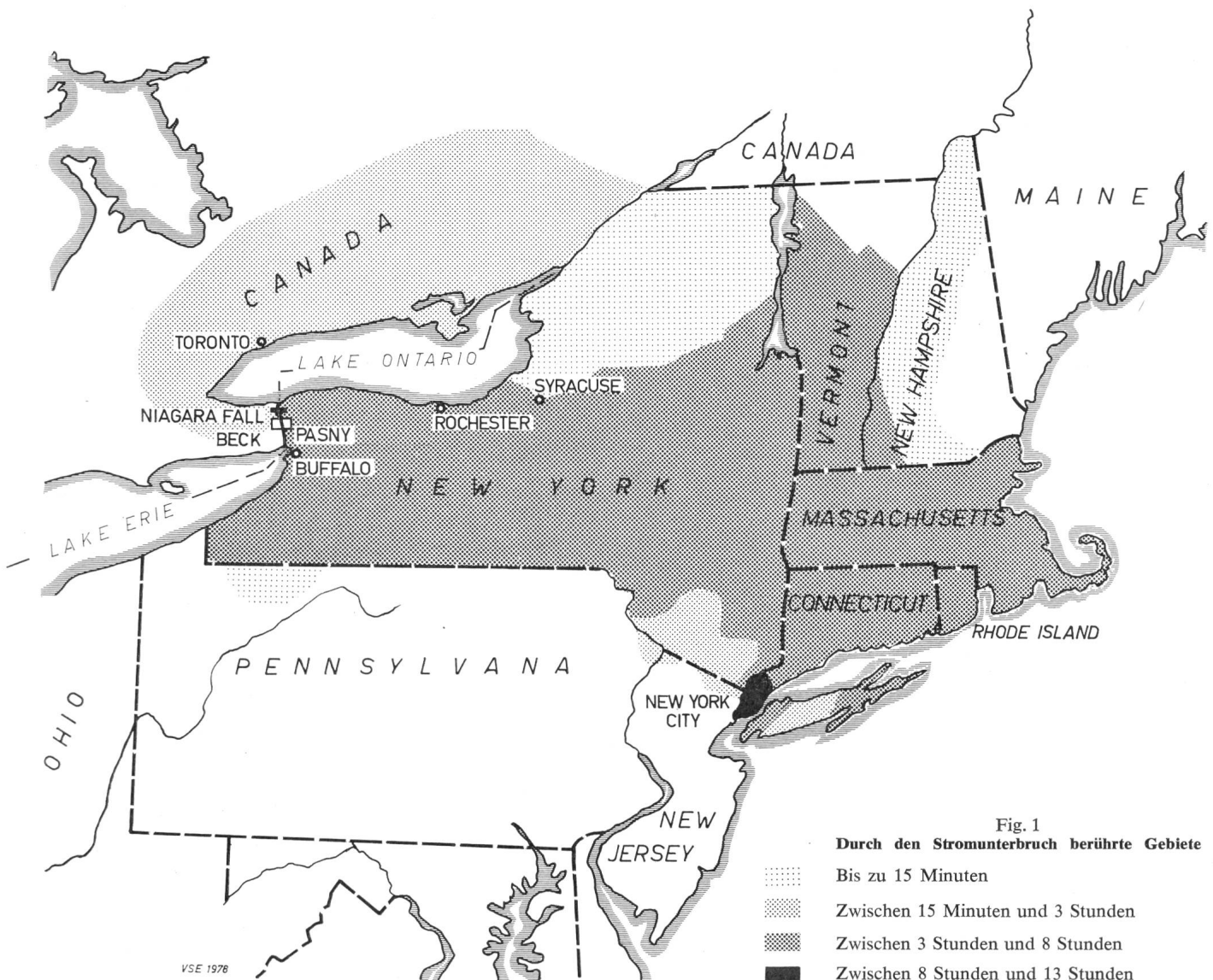
2. Einleitung

Die Netzstörung, die den Ausfall der Versorgung mit elektrischer Energie während verschieden langen Zeitspannen zwischen dem Abend des 9. Novembers und dem Morgen des 10. Novembers zur Folge hatte, löste im breiten Publikum beträchtliche Aufregung aus und wurde in der Weltpresse mehr oder minder genau dargestellt. Der Präsident der Vereinigten Staaten hat die «Federal Power Commission» sofort beauftragt, eine Untersuchung über diesen Vorfall durchzuführen und die Lehren und Fol-

gerungen daraus zu ziehen. Die Untersuchungsergebnisse wurden in einem Bericht niedergelegt, der veröffentlicht wurde, und dem die in diesem Artikel verwendeten Figuren entnommen sind. Die Feststellungen und Empfehlungen des Berichtes verdienen es, dass man sie aufmerksam studiert, denn obwohl sie auf einen ganz speziellen Fall der USA zugeschnitten sind, können einige dieser Empfehlungen Anspruch erheben auf Allgemeingültigkeit. Ziel des vorliegenden Aufsatzes ist es, das Wesentliche aus diesen Feststellungen und Empfehlungen festzuhalten.

3. Ablauf der Störung

Am 9. November 1965 um 17 h 16 min. und 11 s hat ein Reserveschutzrelais in der Zentrale «Adam Beck» am Niagara, das der «Ontario Hydro» gehört, eine der 5 Leitungen ausgeschaltet, welche diese Zentrale mit der Gegend um Toronto verbindet, wo das Hauptabsatzgebiet der Ontario Hydro liegt; diese Ausschaltung zog eine Reihe von andern Ausschaltungen nach sich, die schliesslich ein Gebiet von beinahe 200 000 km² mit einer Bevölkerung von 30 Millionen Menschen in Mitleidenschaft zogen. Die Fig. 1



stellt die betroffenen Gegenden dar und gibt die Dauer des Stromunterbruchs an. Die Fig. 2 zeigt den erwarteten und den tatsächlichen Belastungsverlauf der «Consolidated Edison Company», welche New York mit Strom versorgt und die vom Ereignis besonders schwer betroffen wurde. Innerhalb weniger Minuten sank die Belastung von 4500 MW auf weniger als 500 MW, und es hat bis zu 13 Stunden gedauert, bis die Versorgung in ihrem Verteilnetz wiederhergestellt war.

4. Ursachen der Störung

Die «Canada United States Eastern Interconnexion, CANUSE» und die «Pennsylvania–New Jersey–Maryland Interconnexion, PJM» bilden ein weitläufiges Verbundsystem, dessen Anordnung aus Fig. 3 hervorgeht. Die hauptsächliche Produktionskapazität dieses Systems ist konzentriert in den Zentralen «Adam Beck» der Ontario Hydro, mit einer installierten Leistung von 1485 MW, und Niagara der Power Authority of the State of New York (PASNY), mit einer installierten Leistung von 2400 bis 2500 MW (einschliesslich der Pumpengruppen).

Das Hauptabsatzgebiet des Ontario Hydro-Systems liegt in der Gegend von Toronto und ist mit der Zentrale Beck durch 5 Leitungen von 230 kV verbunden.

Am 9. November 1965 nun, um 17 h 16 min. und 11 s, schaltete ein Schutzrelais eine dieser Leitungen aus, was zur Überlastausschaltung der vier anderen Leitungen führte. Das betreffende Relais war ein Reserverelais mit Maximalstromauslösung, das den normalen Impedanzrelais nachgeschaltet war. Diese Reserveschutzrelais, womit alle Leitungen zwischen der Zentrale Beck und Toronto seit 1951 ausgerüstet sind, weil ein Impedanzrelais damals eine defekte Leitung nicht ausgeschaltet hatte, waren 1963 auf eine Leistung von 375 MW eingestellt worden. Seither ist die Belastung der Leitungen ständig angestiegen und die herannahende Winterspitze (9./10. November) liess sie dann die eingestellte Leistung übersteigen. Festzuhalten bleibt noch, dass das Betriebspersonal nicht wusste, dass die Reserveschutzrelais auf 375 MW pro Leitung eingestellt waren.

Unmittelbare Folge dieser Ausschaltungen war, dass eine Leistung von 1500 MW, die vorher nach Norden abfloss, nunmehr sich den Leitungen überlagerte, die vom Niagara nach Süden und Osten führten. Die freigewordene Leistung von 1500 MW beschleunigte die drehenden Massen der Maschinengruppen in den Zentralen Beck und Niagara (ausgerüstet mit klassischen Drehzahlreglern mit vorübergehender Statik), die ausser Tritt fielen; dies verursachte die Abschaltung zweier 345 kV-Leitungen zwischen Rochester und Syracuse und verschiedener anderer 115 und 230 kV-Leitungen im Südwesten der Niagaragegend. Vier Sekunden nach der Störung in der Zentrale Beck war das CANUSE-System in 4 getrennte Systeme aufgespalten. Eines dieser Systeme bestand im Netzverbund der Consolidated Edison Company, dessen Belastung 4800 MW betrug, verteilt auf 47 thermische Gruppen, und das etwa 140 MW importierte. Unmittelbar nach der Störung sah sich das System einem Export von ungefähr 1050 MW gegenüber. Wohl bestanden rotierende Reserven von etwa 1100 MW, wovon ein beträchtlicher Teil (350 MW) auf eine 1000 MW-Gruppe in Ravenswood fiel. Es war nicht möglich, diese rotierenden Reserven innert nützlicher Frist mobil zu machen; die Frequenz begann deshalb abzusinken,

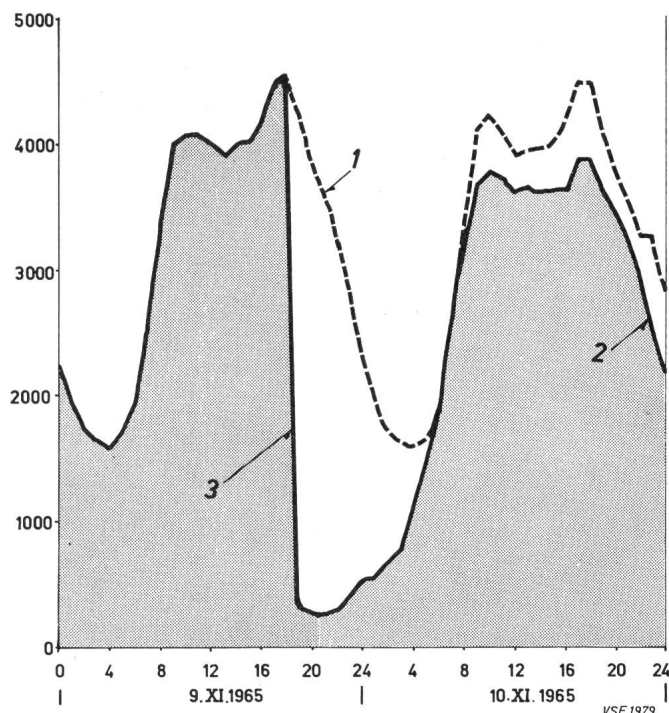


Fig. 2
Belastungsdiagramm der Consolidated Edison Co. vom 9. und 10. November 1965: Normaler und tatsächlicher Verlauf

bis die Hilfsbetriebe der Kessel nicht mehr richtig funktionierten, worauf eine Maschineneinheit nach der andern abgeschaltet werden musste, und zwar für eine Zeitdauer von 8 bis 13 Stunden. Der verantwortliche Aufseher im Lastverteiler der Consolidated Edison war im Besitze von Betriebsvorschriften, die ihm die Aufrechterhaltung so lange als möglich des Verbundbetriebes im Störfall zur Pflicht machten. Nur im Fall des Absinkens der Frequenz unter einen bestimmten Grenzwert durfte der Verbundbetrieb unterbrochen werden; als dieser Entschluss gefasst wurde, war es schon zu spät. Wie aus der Fig. 4 hervorgeht, hätte die Unterbrechung der Verbindung zwischen der Consolidated Edison Co. und der Niagara Mohawk Power Corporation den Zusammenbruch des New Yorker Netzes verhindern können. Die Störung hätte dann einfach andere Gebiete etwas stärker betroffen. Die thermischen Maschinengruppen waren nicht imstande, die ausgefallenen Maschinengruppen rasch genug zu ersetzen; so hat die Einheit von 1000 MW in Ravenswood, die zu Beginn der Störung um 17 h 16 min. und 11 s mit 650 MW belastet war, bis zum völligen Zusammenbruch des Netzes ihre Leistung nur um 110 MW zu steigern vermocht (17 h 28 min.)

Der Wiederaufbau des Betriebes erfolgte in den Gegenden mit hydraulischer Produktion verhältnismässig rasch. In den übrigen Regionen wurde er hauptsächlich dadurch verzögert, dass die Hilfsbetriebe der Zentralen oftmals vom Netz gespeist wurden, und dass z. B. im Unterwerk Farragut bei Boston die Leuchtschaltbilder ausser Betrieb waren, was die visuelle Kontrolle des Schaltzustandes der Schalter in der Aussenstation erforderte.

Der Ausfall der Lagerölpumpen verschiedener thermischer Maschinengruppen hatte Lagerschäden zur Folge, was zur Stilllegung von 1500 MW bei der Consolidated Edison Co. führte. Ein anderer Grund dieser langsamen Wiederinbetriebsetzung des Netzes ist darin zu suchen, dass das plötzliche Wiedereinschalten von ganzen Sektoren Strom-

stösse verursachte, welche die Schutzvorrichtungen zum neuerlichen Ansprechen brachten. Das Hochspannungsnetz der Consolidated Edison Co. ist stark vermascht (es besteht zur Hauptsache aus Kabelnetzen), was das Wiedereinschalten einzelner Sektoren sicher nicht erleichtert hat. Die Gesellschaft beliefert auch keine Grossabnehmer, deren Abschaltung im Störfall eine wirksame Entlastung des Netzes erlauben würde.

5. Folgen der Störung

Es war die Stadt New York, welche die Störung am unmittelbarsten und am längsten zu spüren bekam. 600 Züge der Untergrundbahn waren unterwegs, 10 000 Fahrgäste waren in den Wagen der Untergrundbahn eingesperrt, und 1700 andere blieben während 5 Stunden auf der Williamsburg-Brücke stecken. Mit Ausnahme von 5 Zügen der Pennsylvania Railroad waren alle Züge ausser Betrieb bis um 5 Uhr früh, und die Fahrplanstörungen erstreckten sich über mehrere Tage.

250 Flüge mussten umgeleitet werden. Die Kontrolltürme der Flughäfen Kennedy International und La Guardia waren während 11 Stunden ausser Betrieb. Ungefähr 850 Spitäler waren vorübergehend des elektrischen Stromes

beraubt, aber die Mehrzahl von ihnen besaßen Notstromversorgungen, und es waren keine verhängnisvollen Vorfälle zu verzeichnen.

40 bis 50 % der Radiosender hatten eine Notversorgung und konnten ihre Sendungen aufrechterhalten, was viel zur Beruhigung der Bevölkerung beitrug, die zum grossen Teil über netzunabhängige Empfänger verfügte. Es kam zu keiner Panik.

Die Telefonverbindungen konnten aufrechterhalten werden, wenn sie auch wegen Überlastung teilweise unbenutzbar waren. Wegen des Ausfalles der öffentlichen Beleuchtung, der Verkehrsampeln und der Speisung der Benzinpumpen war auch der Automobilverkehr sehr behindert.

Die Insassen des Gefängnisses von Walpole im Staate Massachusetts benutzten die Dunkelheit zu einer Revolte und richteten für 75 000 Dollar Schaden an.

30 % der Arbeiter und Angestellten konnten die Arbeit am Morgen des 10. Novembers nicht aufnehmen, und die Wirtschaft New Yorks ging an diesem Tag drunter und drüber.

Man hat den Gesamtschaden aus dieser Störung auf ungefähr 100 Millionen Dollar berechnet, dagegen wurde

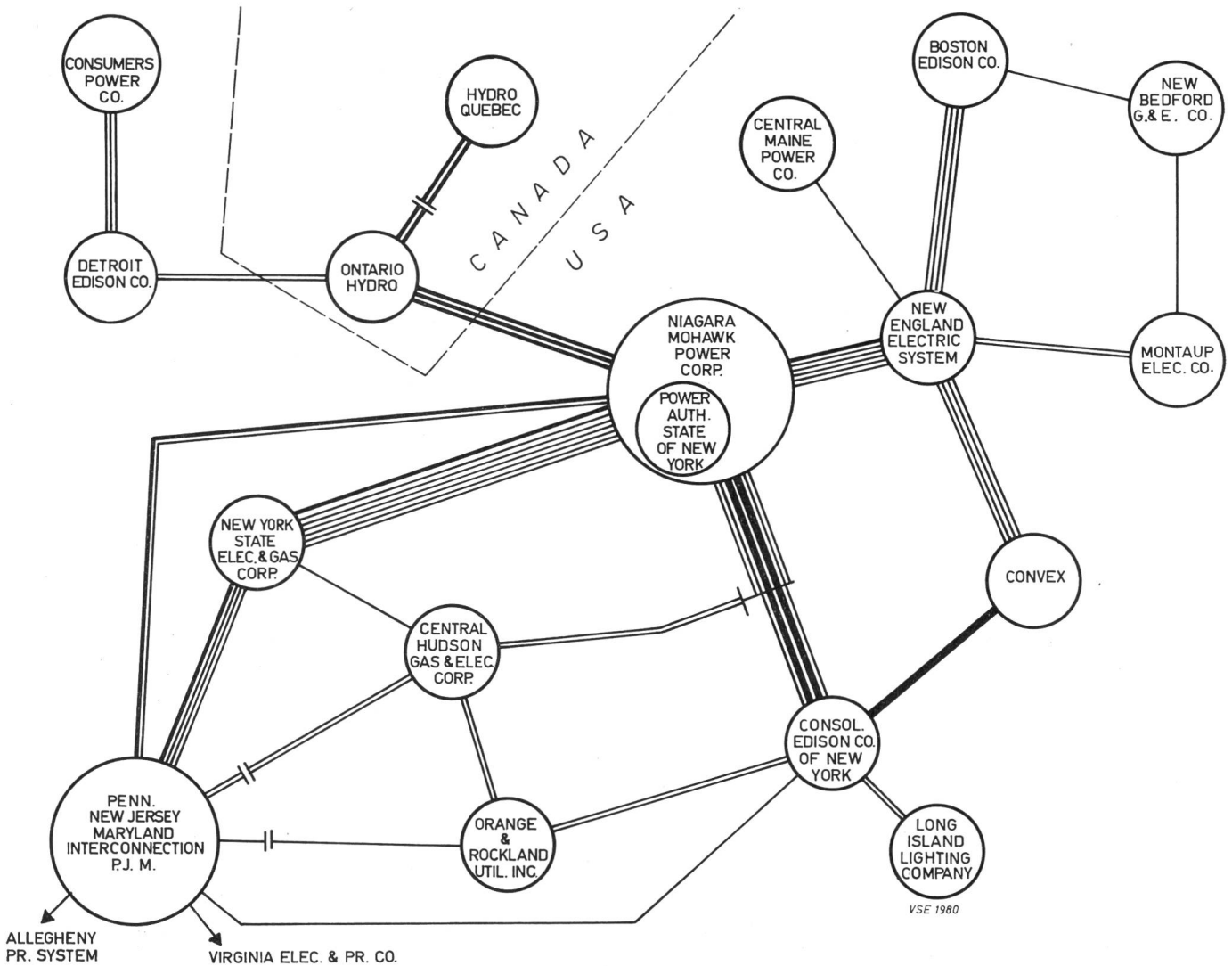


Fig. 3

Aufbau des Netzverbundes zwischen CANUSE und PJM

- 138 kV-Verbindungen
- 230 kV
- 345 kV
- |— im Normalbetrieb offen

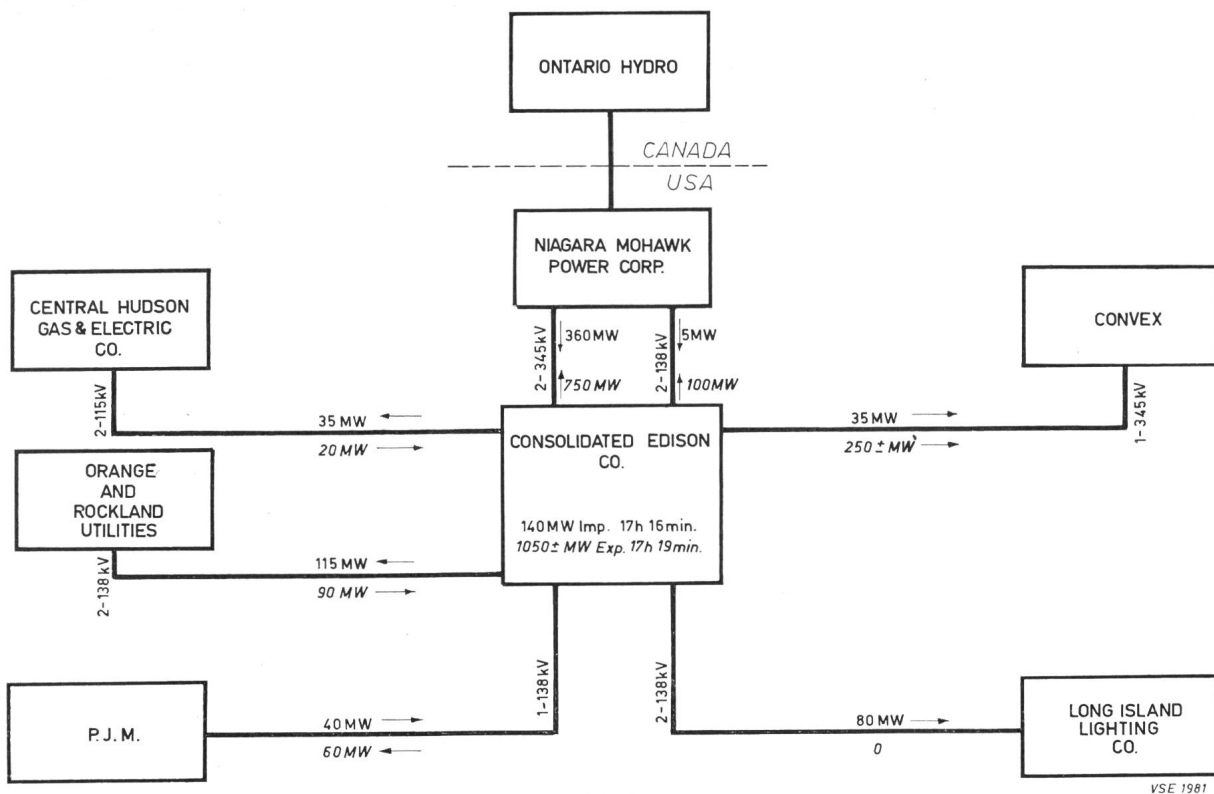


Fig. 4

Leistungsflüsse bei der Consolidated Edison Co. unmittelbar vor der Störung (17h 16 min) und nach der Störung (17h 19 min), aber vor dem Netzzusammenbruch

keine Anlage der Landesverteidigung in Mitleidenschaft gezogen.

6. Lehren aus der Störung

Der Bericht enthält folgende 19 Empfehlungen:

1. Alle Elektrizitätsgesellschaften werden aufgefordert, ihr Produktions- und Schutzsystem zu kontrollieren.
2. Eine engere Zusammenarbeit zwischen den amerikanischen und kanadischen Gesellschaften, deren Netze im Verbund arbeiten, ist erwünscht.
3. Es ist unbestritten, dass der Verbundbetrieb, so wie er heute ausgebaut ist, die Betriebssicherheit ganz allgemein erhöht; zum Beweis dient die Tatsache, dass verschiedene Netzstörungen während der letzten Jahre die Energieverteilung nicht ernsthaft gefährdet haben. Die Unübersichtlichkeit kann aber zu schweren Störungen führen, wie sie gerade im letzten November vorkam, wenn die Übertragungsfähigkeit der Verbindungsleitungen ungenügend ist. Die Kommission befürwortet eine Verstärkung dieser Leitungen aufgrund einer genauen Berechnung der Energieflüsse unter allen vorkommenden Betriebsbedingungen.
4. Das CANUSE-System sollte eine einheitlichere Betriebsführung aufweisen, was eine engere Zusammenarbeit zwischen Bau- und Betriebsabteilung erfordert.
5. Es müssen unbedingt Stabilitätsrechnungen angestellt werden, um das Verhalten des Systems bei Störungen festzustellen sowie die Massnahmen festzulegen, die in diesem Fall getroffen werden müssen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass es dann für Improvisationen zu spät ist; es müssen im voraus genaue Richtlinien ausgearbeitet werden.
6. Es ist wichtig, dass die Einstellwerte der Schutzeinrichtungen immer wieder überprüft und neuen Netzbelastungsverhältnissen angepasst werden; die Kommission empfiehlt eine sofortige Kontrolle und das Aufstellen einer Vorschrift, um die regelmässige Kontrolle zu gewährleisten.

7. Die Frage der Reserven, sowohl bei der Erzeugung als auch bei der Übertragung, muss neu überdacht werden und wird Gegenstand von spätern einlässlichen Empfehlungen seitens der Federal Power Commission bilden.

8. Wenn bei der Ausarbeitung eines Systems Fragen der Wirtschaftlichkeit und der Betriebssicherheit miteinander in Widerstreit stehen, so muss auf die Betriebssicherheit besonders Bedacht genommen werden.

9. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um die rotierenden Reserven rascher einsetzen zu können und eine raschere Reaktion von Seiten der Kraftwerke zu erreichen, was bei Wasserkraftwerken eher möglich ist, zu denen auch die Umwälzpumpwerke gehören.

10. Die Kommission empfiehlt eine Verbesserung der Fernmess-, Fernsprech- und Fernregulieranlagen zwischen den Lastverteilern und von diesen aus; eine rasche Fern-einstellung der Belastung muss im Notfall möglich sein.

11. Es ist möglich, dass der Abwurf gewisser Lasten im richtigen Augenblick den Netzzusammenbruch hätte vermeiden können. Die Kommission empfiehlt deshalb das Studium von Methoden, um die Abschaltung eines Teiles der Belastung im Notfall zu ermöglichen.

12. Die Kommission kann sich über die Vorbereitung der Betriebsgruppen im Augenblick der Störung nicht äussern und nicht angeben, ob sie genügend geschult waren, um im Störungsfalle Sofortmassnahmen zu ergreifen. Sie empfiehlt aber die Aufstellung eines Schulungsprogrammes, das immer wieder überholt und wiederholt werden sollte.

13. Die Kommission empfiehlt, das Problem der Hilfsbetriebe zu überlegen, damit Verspätungen bei der Wiederinbetriebsetzung infolge Fehlens der Hilfsbetriebe sich nicht mehr wiederholen können.

14. Verbraucher, die auf eine absolut sichere Versorgung angewiesen sind, müssen ihre eigene Notstromversorgung haben; dies betrifft vor allem Spitäler, Flug-

hären, Sicherheitsvorrichtungen von Tunnels, Eisenbahnen und Untergrundbahnen sowie die wichtigsten Betriebe im Übermittlungswesen.

15. Wenn eine solche unabhängige Notstromversorgung nicht möglich ist, müssen Vorkehrungen getroffen werden, dass Stromunterbrüche tragbar werden, zum Beispiel Notausgänge bei den Untergrundbahnen.

16. Spezielle Vorkehrungen sind nötig bei Aufzügen, damit eingeschlossene Benutzer befreit werden können.

17. Es müssen Mittel geschaffen werden, damit die Behörden bei solchen Störungen die Bevölkerung informieren können.

18. Die Benzinverteilung sollte auch bei Stromausfall sichergestellt sein, damit der Automobilverkehr nicht lahmgelegt wird.

19. Das Bundesgesetz von 1935 über die Energie sieht keine speziellen Massnahmen vor für den Verbundbetrieb elektrischer Netze. Der Betrieb von Netzverbänden, die das Gebiet mehrerer Bundesstaaten umfassen, übersteigt die Kompetenz eines einzelnen Bundesstaates. Es müssen demnach neue gesetzliche Vorschriften aufgestellt werden.

7. Schlussfolgerungen

So schlimm die Folgen der Netzstörung im Nordosten der Vereinigten Staaten gewesen sein mögen, haben sie doch bei weitem nicht zu einer Katastrophe geführt. Dies ist einmal dem energischen Einschreiten der Behörden zuzuschreiben, dann aber auch der Selbstbeherrschung des überwiegenden Teils der Bevölkerung. Die Störung ruft folgenden vier Überlegungen:

— Die erste Ursache der Störung ist zu suchen im fast augenblicklichen Ausschalten der 4 Leitungen zwischen der Gegend am Niagara und der Gegend um Toronto, nachdem eine erste Leitung ausgefallen war, und dies wegen des Ansprechens leistungsabhängiger Relais. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass die Leitungen in diesem Augenblick eine gefährliche Übertemperatur erreicht hatten. In der Tat sind infolge der thermischen Trägheit der Leitungen mit einer Zeitkonstante von 10 Minuten während 1 bis 2 Minuten beträchtliche Überlastungen zulässig, ohne dass daraus gefährliche Temperaturen erwachsen. Diese Feststellung spricht für den Gebrauch von thermischen Abbildern für den Leitungsschutz, wie sie Herr Renchon vorgeschlagen hat, worüber in diesem Bulletin berichtet wurde, und dies besonders wenn es sich um verhältnismässig kurze

Leitungsstrecken handelt. Andererseits haben die Lastschwankungen, hervorgerufen durch das Aussertrittfallen der Niagarakraftwerke, die Abschaltung der Leitungen zwischen diesen Kraftwerken und dem Verbrauchernetz bewirkt, was nicht in Ordnung war. Der Leitungsschutz sollte in einem solchen Fall nicht ansprechen.

— Die Leistungsregelung mittels des Tourenzahlverstellmotors einer Turbine ist verhältnismässig langsam. Die Benützung eines elektronischen Reglers, wie er sich in Europa eingebürgert, ist in dieser Beziehung von grossem Vorteil und erlaubt ein rascheres Anpassen der Leistung im Bedarfsfall.

— Die hydroelektrischen Pumpenturbinenwerke stellen eine fast augenblicklich verfügbare Leistungsreserve dar, allerdings nur unter der Bedingung, dass Massnahmen für einen raschen Übergang von einem Betrieb zum andern getroffen wurden. Hier muss auf die unterschiedlichen Auffassungen in Europa und in den Vereinigten Staaten hingewiesen werden. Im Kraftwerk Vianden wurde eine Zeit von weniger als 2 Minuten für den Übergang vom Pumpbetrieb zum Turbinenbetrieb erreicht, während Übergangszeiten von 15 Minuten als zulässig erachtet wurden für das Pumpwerk Taum-Sauk und für das zukünftige Kraftwerk Cornwall. Es ist möglich, dass die amerikanischen Gesellschaften hierin ihren Standpunkt ändern werden.

— Es werden an die Frequenz-Leistungs-Regulierung im normalen und im gestörten Betrieb gegensätzliche Anforderungen gestellt: im störungsfreien Betrieb verursachen die Leistungsschwankungen auf den Verbindungsleitungen keine Unannehmlichkeiten, ja sie sind sogar der Ausdruck der gegenseitigen Hilfe. Es folgt daraus, dass die Regelschwindigkeit verhältnismässig klein sein darf, um den Arbeitsaufwand zu verringern, der von den Regelorganen der Kraftwerke verlangt wird. Im Störfall ist aber ein energisches Eingreifen der Regelorgane notwendig, was für die Benützung von nichtlinearen Reglern spricht, deren Charakteristiken im Störfall verändert werden. Als Kriterium für diese Veränderung könnte man die Temperatur der heissesten Punkte der Übertragung nehmen, wie es die Herren Renchon und Couvreur vorschlugen, oder die Summe der Änderungen und die Ableitung der Änderung des Regelsignals. Die Entwicklung solcher nichtlinearer Regler wäre eine sehr interessante Aufgabe für einen Maschinenbauer.

Adresse des Autors:
M. Cuénod, 1403 NW 10th Avenue, Gainesville, Florida (USA).

Der Stromausfall vom 9. November 1965 in Nordamerika — Lehren für uns

Im Anschluss an die Ausführungen unseres gelegentlichen Mitarbeiters M. Cuénod über den Stromunterbruch vom 9.11.0. November 1965 in den USA, die sich mehr an Betriebsleute wenden, publizieren wir nachstehend einen Aufsatz aus dem Nachrichtendienst der Elektrowirtschaft (Nr. 442 vom 1. Februar 1966), der beweist, dass sich die verantwortlichen Stellen der

schweizerischen Elektrizitätswirtschaft intensiv mit den Lehren befassen, die sich aus dem obengenannten Vorkommnis ergeben. Diese Gedanken wurden von Herrn R. Hochreutiner, Direktor der EGL, an der Generalversammlung dieser Gesellschaft vom 28. Januar 1966 vorgetragen.
Die Redaktion

In Anbetracht der aktiven Mitwirkung der schweizerischen Elektrizitätswerke im Schosse des Netzverbandes der

Länder der Union für die Koordinierung der Erzeugung und des Transportes elektrischer Energie (UCPTE) ist es be-

greiflich, dass der *Stromausfall* von 12 Stunden am 9. November 1965 in einem ausgedehnten Gebiet im *Nordosten der Vereinigten Staaten* grosses Aufsehen erregte. Diese Störung zog nicht weniger als 9 Bundesstaaten und 2 kanadische Provinzen in Mitleidenschaft. Ein im Monat Dezember erscheinender Bericht der Federal Power Commission in Washington analysiert die Ursachen dieser Störung und gibt gleichzeitig einige bemerkenswerte *Empfehlungen*, von denen wir die wichtigsten herausgreifen:

1. Der *engen Koordinierung* zwischen den einzelnen Elektrizitätswerken des Netzverbandes muss besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, wobei eine engere Zusammenarbeit mit Kanada zu erfolgen hätte.

2. Eine *Verstärkung des Höchstspannungsverbundnetzes* sollte angestrebt werden.

3. Zwischen den Mitgliedern des Verbandes wären zusätzliche Vereinbarungen zu treffen in Bezug auf die *Zurverfügungstellung von rotierenden Reserven*, die möglichst auf die Produktionswerke verteilt werden sollten. Es handelt sich hier um Maschineneinheiten, die in einzelnen Regulierkraftwerken leerlaufen und im Notfall sofort belastet werden können.

4. Ein weiterer *Ausbau der Fernsprechverbindungen* zwischen den Lastverteilungsstellen, wie auch der Fernmess- und Fernregulier-Einrichtungen wird empfohlen.

Nicht zu Unrecht hat man sich gefragt, ob sich nicht auch in der *Schweiz* oder sogar in *Westeuropa* eine Störung von solcher Tragweite ereignen könnte. — Wie die Federal Power Commission in ihrem Bericht selbst erklärt, gibt es keine absolute Sicherung gegen Stromausfälle grösseren Ausmasses.

Trotz aller Bemühungen treten in der Welt auf einmal grössere Störungen auf, die mehr oder weniger grosse Landesteile oder auch dicht besiedelte Großstädte vorübergehend stromlos machen, und die erkennen lassen, dass schliesslich jede *menschliche Vorsorge*, auch wenn sie noch so weit geht, irgendwo ihre *Grenzen* hat. So mussten wir auch z. B. am 17. Januar 1962 in der ganzen Schweiz eine einstündige Stromunterbrechung erleben. Damals sind von den verantwortlichen

schweizerischen Elektrizitätswerken Beschlüsse

gefasst worden, die auffallend mit den Empfehlungen der Federal Power Commission übereinstimmen. Eine engere Koordinierung wurde erreicht, indem eine Stelle beauftragt wurde, den Parallelbetrieb mit den Nachbarländern sicherzustellen. Gleichzeitig wurde dieser Stelle eine von Zeit zu Zeit neu zu vereinbarende rotierende Reserve zur Verfügung gestellt, die auf die verschiedenen Kraftwerke der Schweiz verteilt ist und im Notfall augenblicklich mittels einer Fernsteueranlage mobilisiert werden kann. Es sind besondere Richtlinien für den Netzwiederaufbau ausgearbeitet worden, um im Falle eines Netzzusammenbruches unverzüglich und ohne telephonische Rücksprache die nötigen Massnahmen zu treffen. Die *schweizerischen Elektrizitätswerke hoffen auf diese Weise, im Falle einer Generalstörung den normalen Betrieb innert einer halben Stunde wieder aufnehmen* zu können, wobei zu bemerken ist, dass der Wiederaufbau der Netze in Ländern, deren Stromversorgung vorwiegend auf *Wasserkraften* beruht, einfacher ist als in Ländern mit überwiegend thermischer Energieerzeugung. — Auf *internatio-*

ner Ebene erfolgt eine enge Zusammenarbeit im Schosse der UCPTE. Regelmässige Zusammenkünfte erlauben den Mitgliedern, die Vervollkommnung des Verbundbetriebes zu beraten und besonders eingesetzte Arbeitsgruppen verfolgen technische Studien, die sich mit diesem grosszügigen Stromtausch befassen. Im ersten Quartalsbericht des Jahres 1965 sind z. B. Massnahmen veröffentlicht worden, die zur *Frequenzhaltung* im gestörten und im ungestörten Betriebszustand getroffen werden sollen, worüber entsprechende Empfehlungen erlassen wurden. Die in den Vereinigten Staaten aufgetretene Großstörung vom 9. November 1965 gab natürlich der UCPTE Anlass zu einer eingehenden Prüfung der Lehren, die aus dem Vorfall zu ziehen sind, um solche Störungen nach Möglichkeit zu vermeiden oder sie noch schneller zu überwinden. Bei dieser Gelegenheit wurden ebenfalls die soeben erwähnten Empfehlungen über die Frequenzhaltung nochmals überprüft.

Wir sind uns aber bewusst, dass mit der weiteren Entwicklung des Energieverkehrs mit unseren Nachbarländern auch eine rechtzeitige *Verstärkung des Verbundnetzes* unerlässlich ist. Mit Rücksicht auf die immer stärker werdende Beanspruchung unserer 220 kV-Verbindungen mit der Bundesrepublik Deutschland, mit Frankreich und mit Italien sind wir nun gezwungen, zur nächstliegenden Spannung von 380 000 V überzugehen.

Ein erster Schritt in dieser Richtung wurde getan, indem im letzten Jahr die 380 kV-Leitung von *Sils* im Domleschg nach *Breite* in der Nähe von Winterthur in Betrieb genommen wurde, an deren Verwirklichung die EGL mitgewirkt hat. Es ist nun *beabsichtigt*, eine 380 kV-Doppelverbindung herzustellen zwischen Breite und dem Umspannwerk des RWE in Tiengen, wobei ein Strang über Koblenz geführt wird und ein Strang über Laufenburg. Gleichzeitig sieht das RWE eine Verstärkung seiner 380 kV-Verbindung zwischen dem Ruhrgebiet und dem Oberrhein vor. In Laufenburg wird zur Zeit eine Transformatorenstation von 380/220 kV ausgebaut, die nun ihrerseits durch zwei Leitungen nach Sierentz (Oberelsass) mit dem 380 kV-Netz der Electricité de France verbunden wird, wovon die eine über Kembs und die andere über den Scheltenpass und Bassecourt führt. Dieser *Plan*, der in den Jahren 1967 und 1968 verwirklicht werden sollte, dürfte wesentlich zur *Erhöhung der Versorgungssicherheit* beitragen.

Ebenso wichtig wie die Erweiterung des Verbundnetzes ist auch die *Entwicklung der Nachrichtenverbindungen*, der Fernsteuerungs- und Fernregulieranlagen. Zur Zeit verfügen wir für diese Fernverbindungen über ein Trägerfrequenzsystem auf den Hochspannungsleitungen, sogenannte Hochfrequenzverbindungen. Leider sind heute die zur Verfügung stehenden Frequenzbereiche vollständig ausgenützt, und wir müssen auf *Richtstrahlverbindungen* übergehen. In Deutschland haben die zuständigen Behörden entsprechende Bewilligungen an die Elektrizitätswerke erteilt. Wir hoffen, dass auch die PTT-Verwaltung, die auf diesem Gebiet in der Schweiz eine Monopolstellung einnimmt, das nötige Verständnis zeigen und eine solche Entwicklung nicht aus rein administrativen Gründen hemmen wird. Auch eine Verzögerung auf diesem Gebiet könnte eine Beeinträchtigung der Sicherheit in der Energieversorgung mit sich bringen, wie dies selbst die Federal Power Commission festgestellt hat.