



Stromausfälle in South Australia in den Jahren 2016 und 2017

Raffaele Piria, Kerstin Bacher (adelphi) | Andreas Jahn (RAP)

Diese Studie wurde im Rahmen des Vorhabens „Unterstützung des Energiedialoges mit den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) und dem US-Bundesstaat Kalifornien sowie die Unterstützung der bilateralen Energiebeziehungen mit Kanada, Australien und Neuseeland“ im Auftrag des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und auf Anfrage des Referats II A 1 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) erstellt.

Die Verantwortung für den Inhalt liegt ausschließlich bei den Autoren.

Zitiervorschlag

Piria, Raffaele; Kerstin Bacher und Andreas Jahn (2017): Stromausfälle in South Australia in den Jahren 2016 und 2017. Berlin: adelphi/RAP.

Impressum

Herausgeber: adelphi
Alt-Moabit 91
10559 Berlin
T: +49 (030) 8900068-0
E: office@adelphi.de
W: www.adelphi.de

BAFA-Aktenzeichen: 414-2016- 004-10-EPS

Autoren: Raffaele Piria, Kerstin Bacher (adelphi)
Andreas Jahn (Regulatory Assistance Project - RAP)

Kontakt: piria@adelphi.de

Gestaltung: adelphi

Bildnachweis: Titelbild: Tom Fedorowytch - ABC News

Stand: 17.02.2017

© 2017, adelphi

Zusammenfassung

In diesem Kurzgutachten wird der Stromausfall, der im September 2016 in South Australia stattfand, sowie dessen Kontext analysiert. In Kapitel 1 werden Hintergrundinformationen über das dortige Stromsystem eingeführt. In Kapitel 2 werden die sukzessiven Ereignisse des 28. September 2016 beschrieben, die letztlich zu einem Stromausfall fast im gesamten Bundesstaat führten. Darauf basierend werden in Kapitel 3 die Ursachen des Stromausfalls dargestellt. Kapitel 4 schildert die politische Debatte, die unmittelbar auf den Vorfall folgte. Schließlich werden in Kapitel 5 Schlussfolgerungen aus dem Ereignis gezogen und „lessons learned“ beleuchtet.

Der Anhang gibt einen Überblick über den Wissensstand in Bezug auf den neueren Stromausfall, der sich am 8. Februar 2017, wenige Tage vor Abschluss des vorliegenden Gutachtens, ereignete.

Abkürzungsverzeichnis

AEMO	Australian Energy Market Operator
BOM	Bureau of Meteorology
FRT	Fault-Ride-Through
HGÜ	Hochspannung-Gleichstrom-Übertragungsleitung
kV	Kilovolt
KW	Kraftwerk
MW	Megawatt
NEM	National Electricity Market (New South Wales, Queensland, South Australia, Tasmania und Victoria)
SA	South Australia

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung zum Stromsystem in South Australia	1
2	Darstellung der Ereignisse am 28. September 2016	3
3	Ursachenanalyse	5
4	Politische Resonanz	5
5	Lessons learned	6
	Anhang: Der Stromausfall am 8. Februar 2017	7
	Literaturverzeichnis	9

1 Einführung zum Stromsystem in South Australia

Bei einer Fläche, die fast dreimal so groß wie Deutschland ist, hat der Bundesstaat South Australia (SA) nur 1,7 Millionen Einwohner, wovon 1,3 Millionen in der Hauptstadt Adelaide leben. Die sehr dünne Besiedlung stellt eine ökonomische Herausforderung für den Infrastrukturausbau, insbesondere auch für die Stromnetze, dar. Das Stromnetz von SA liegt an der südwestlichen Peripherie des Synchronverbunds des National Electricity Market (NEM). Mit diesem ist das Netz von SA über nur zwei Leitungen verbunden, die beide über den östlich angrenzenden Bundesstaat Victoria verlaufen: eine Wechselstromleitung, die Mitte 2016 von 460 MW auf 650 MW (bei 275 kV) Kapazität ausgebaut wurde (Heywood Interconnector), sowie eine HGÜ-Leitung (Murraylink) mit einer Betriebsspannung von 150 kV und einer Kapazität von 220 MW. In Australien ist SA bei Weitem Spitzenreiter in Bezug auf den Ausbau der Erneuerbaren Energien. Mit jeweils mehr als 1.300 MW und geschätzt 680 MW Kapazität machten Wind und PV im Finanzjahr 2015/16 41,3 Prozent der Stromerzeugung in SA aus (McConnell & Sandiford, 2016). Im Mai 2016 wurde eines der größten Kraftwerke Australiens, die Northern Power Station (Braunkohle) in SA, aus ökonomischen Gründen vom Netz genommen. Die daraus folgenden Änderungen im Stromsystem von SA werden in dieser Abbildung veranschaulicht:

Abbildung 1 - Erzeugungsmix im Stromsystem von SA: Vergleich 2015-16

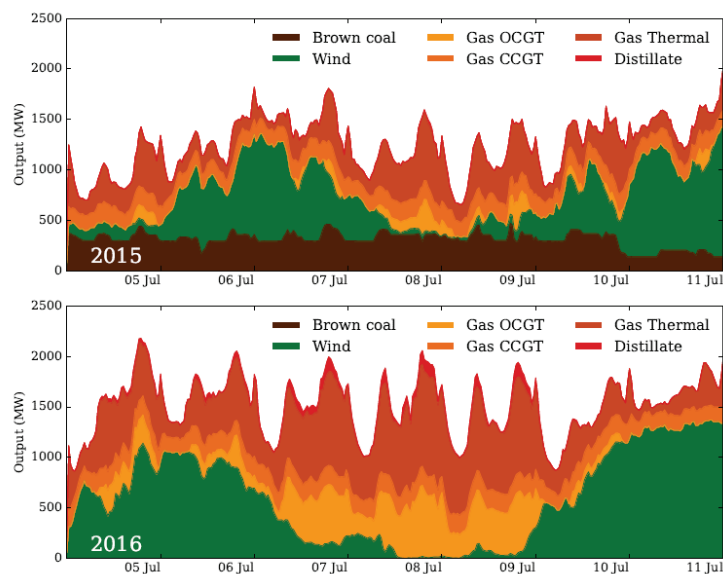


Figure 5: Illustrative South Australian dispatch profiles for the week 4th through 11th July, in 2015 (top panel) and 2016 (bottom panel). Brown is coal dispatch, red is liquid fuels, orange is gas and green is wind, in MW. The events of July 7th, 2016, are discussed in further detail in Section 3.3.2. Then wind output was very low, interchange with Victoria was constrained, and the combination of gas dispatch (1970 MW) and liquids fuels (150 MW) exceed 2000 MW. The impact of the combination of the removal of brown coal, constrained interconnection and low wind output is particularly evident in terms of the differences in gas dispatch at around 3:00 am on July 8th across the two years (around 1000 MW in 2016 as opposed to 350 MW for the corresponding time in 2015).

Quelle: (McConnell & Sandiford, 2016)

Die ausführliche Studie über den Strommarkt in SA von McConnell & Sandiford (2016), die just einen Monat vor dem großen Stromausfall veröffentlicht wurde, weist auf folgende Hintergründe hin, die dazu beitragen können, den Stromausfall vom 28. September 2016 in dessen Kontext einzuordnen:

- SA ist eine von fünf Preiszonen im National Electricity Market. In den meisten Stunden herrschen in SA höhere Preise als in der einzigen angrenzenden Preiszone (Victoria).
- Über den Merit-Order-Effekt hat der sehr schnelle Ausbau der Erneuerbaren Energien im Lauf der letzten Jahre die Großhandelspreise gedrückt.
- Ähnlich wirkte der spürbare Rückgang der Stromnachfrage ab 2009.
- Ab Mai 2016 wurde der Trend zu niedrigeren Preisen allerdings durch die Schließung der Northern Power Station gebremst.
- Zudem sind ab 2015 wegen der Öffnung der ersten zwei LNG-Exportterminals in Queensland die Gaspreise sehr stark gestiegen (bis zu 70 Prozent).
- Dies hatte eine besondere Auswirkung auf die Großhandelsstrompreise in der SA-Preiszone, da in SA das Marginalkraftwerk in der Regel ein Gaskraftwerk ist.
- Darüber hinaus bietet die Studie von McConnell & Sandiford aussagekräftige Beweise für eine beträchtliche und häufige Ausübung von Marktmacht im Strommarkt von SA.

Marktmacht im Strommarkt in South Australia

Aufgrund seiner beschränkten Größe ist der Strommarkt in SA anfällig für Marktkonzentration und Marktmacht. Eine häufig verwendete Skala für die Messung der Marktkonzentration ist der Herfindahl-Hirschman-Index (HHI).

Die australische Kartellbehörde (Australian Competition and Consumer Commission) betrachtet einen HHI über 2.000 als Grenzwert für einen Markt mit zu beobachtender Marktkonzentration. Der britische Regulator OFGEM betrachtet Märkte mit einem HHI über 1.000 als „concentrated“, über 2.000 als „very concentrated“. Je nach dem Verfügbarkeitsstatus des Kraftwerks Pelican Point weist der Strommarkt von SA einen HHI von 3.000 bis 3.400 auf und muss daher zweifelsohne als sehr stark konzentriert verstanden werden.

Ferner beobachten McConnell & Sandiford wiederholtes auffälliges Marktverhalten der Anbieter, die strukturell in der Lage sind, Marktmacht auszuüben. Diese Beobachtungen beziehen sich auf die Monate vor dem großen Stromausfall vom 28. September 2016, aber nicht spezifisch auf den Tag des Ereignisses.

Die Ausübung von Marktmacht könnte auch bei anderen (mehr oder weniger kontrollierten) Stromversorgungsunterbrechungen in den letzten Monaten eine Rolle gespielt haben (Crossley 2017).

2 Darstellung der Ereignisse am 28. September 2016

Nachträglich bezeichnete das australische Bureau of Meteorology (BOM) den Sturm, der am 28. September 2016 SA traf, als ein „once-in-50-years“-Ereignis (Waldhuter 2016). Das BOM stellte fest, dass sich mehrere Tornados mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 260 km/h ereignet hatten. Im Vorfeld hatten die vom Australian Energy Market Operator (AEMO) verwendeten Wettervorhersagen (u. a. vom BOM) eine extreme Blitzgefahr sowie Windgeschwindigkeiten bis 120 km/h, aber keine Tornados prognostiziert. Auf dieser Grundlage hatte der AEMO zwar eine Reduktion der Winderzeugung durch die vorübergehende automatische Abschaltung einiger Windanlagen erwartet und infolgedessen eine verstärkte Überwachung der Winderzeugung beschlossen. Er hatte jedoch keinen Anlass, eine erhöhte Ausfallwahrscheinlichkeit der Hochspannungsleitungen in SA anzunehmen, da diese für die vorhergesagten Wetterverhältnisse ausgelegt waren (AEMO 2016, AEMO 2016a). Deshalb wurden die Sondermaßnahmen nicht getroffen, die bei erhöhter Wahrscheinlichkeit einer Verletzung der sogenannten (n-1)-Sicherheit vorgesehen sind.

Der (n-1)-Grundsatz und die Vorkehrungen für extreme Situationen

Stromnetzplanung und -betrieb basieren in vielen Ländern auf dem (n-1)-Grundsatz. Demnach darf das unerwartete plötzliche Ausfallen des größten Systemelements (z.B. Leitung, Umspannwerk, Kraftwerk) die Systemsicherheit selbst bei einer Spitzennachfrage nicht gefährden.

Verbraucher mit besonders hohen Versorgungssicherheitsanforderungen (wie z.B. Krankenhäuser, Atomkraftwerke oder militärische Anlagen) können auf eigene Kosten ein höheres Sicherheitsniveau erreichen. Die systemweite Gewährleistung eines (n-2)-Niveaus würde sehr teure Redundanzen erfordern und wird in der Regel nicht beabsichtigt.

Der (n-1)-Grundsatz wird von vielen Netzbetreibern, Aufsichtsbehörden und politischen Entscheidungsträgern als hinreichend und wirtschaftlich vernünftig betrachtet. Das ist auch in Europa der Fall. In Situationen, die ein bevorstehendes (n-1)-Ereignis besonders wahrscheinlich erscheinen lassen, wie z. B. ein extremes Wetterereignis, können Systembetreiber Sondermaßnahmen treffen, die die Auswirkungen des möglichen Ausfalls eines oder mehrerer zusätzlicher Systemelemente mildern – beispielsweise durch die vorsorgliche Reduktion des Verbrauchs durch abschaltbare Lasten.

Solche Maßnahmen wurden in South Australia am 28. September 2016 nicht getroffen.

Unmittelbar vor dem Ereignis deckte die Windkraft zirka 45 Prozent der gesamten Stromnachfrage von 1.895 MW in SA ab. Auf der Erzeugungsseite sind 850 bis 883 MW (je nach Messsystem) durch Windkraft, 330 MW durch Gaserzeugung sowie 613 MW durch Importe aus den zwei Übertragungsleitungen zwischen SA und dem Bundesstaat Victoria festgestellt worden. Dazu kommt die nicht genau gemessene dezentrale Erzeugung (*embedded generation*). Wegen der vorübergehenden Ausschaltung einer 66-kV-Leitung ereignete sich um 16:16 Uhr ein erster größerer Spannungseinbruch, der jedoch wieder aufgefangen werden konnte (auto-reclose). Ungefähr eine Minute später gingen binnen nur 41 Sekunden drei voneinander unabhängige, bis zu 170 km voneinander entfernte

Hochspannungsleitungen (jeweils 275 kV) außer Betrieb. Etliche Strommasten wurden zerstört (siehe Bild auf dem Deckblatt) (AEMO 2016, AEMO 2016a).

Der Ausfall dreier Hochspannungsleitungen in kürzester Zeit verursachte sukzessive massive Schwankungen. Infolgedessen wurden neun der 13 Windparks, die während des Ereignisses in Betrieb waren, vom Netz getrennt. Der Grund war, dass ihre sogenannten Fault-Ride-Through-Systeme nicht für eine solche Häufung von Spannungsschwankungen ausgelegt waren.

Fault Ride Through (FRT) bei Windkraftanlagen

Die Fault-Ride-Through-Fähigkeit einer Erzeugungsanlage bewirkt, dass die Anlage während einer sprunghaften Spannungsänderung nicht vom Netz getrennt wird bzw. sich in kürzester Zeit automatisch wieder verbindet.

In größeren thermischen Erzeugungsanlagen bietet die Massenträgheit bis zu einem gewissen Grad eine inhärente Fault-Ride-Through-Fähigkeit. Die FRT-Systeme aller Windkraftanlagen in South Australia sind so eingestellt, dass sich die FRT-Funktion automatisch ausschaltet, wenn die Zahl der FRT-Ereignisse innerhalb eines gewissen Zeitraums einen vorbestimmten Wert überschreitet. Ziel dieser Einstellung ist es, die technische Integrität wichtiger Anlagekomponenten zu schützen.

Vor dem 28. 9. 2016 waren acht Windparks in SA auf maximal zwei bzw. fünf FRT-Ereignisse binnen 120 Sekunden eingestellt. Dementsprechend schalteten sich diese Windparks automatisch ab, nachdem die jeweilig zugelassene FRT-Anzahl überschritten worden war. Die vier Windparks, die auf bis zu neun FRT-Ereignisse eingestellt waren, haben ihre Erzeugung bis zur endgültigen Lahmlegung des Stromsystems fortgesetzt (AEMO 2016, Seite 22).

Weniger als eine Minute nachdem die dritte Übertragungsleitung ausgefallen war, sank aufgrund der oben beschriebenen FRT-Einstellungen die Winderzeugung von 850 MW auf 366 MW. Der plötzliche Verlust von 484 MW Winderzeugung führte dazu, dass die Übertragungsleistung auf der Heywood-Leitung auf mehr als 850 MW (statt max. 650 MW) anstieg. Durch diese Überlastung konnte eine Synchronisation nicht länger gewährleistet werden, sodass sich die HGÜ-Leitung erwartungsgemäß abschalten musste. Bis zu diesem Zeitpunkt hatten die Gaskraftwerke sowie die zweite (HGÜ)-Verbindung von Victoria zuverlässig Strom geliefert. Als infolge der Abschaltung der Heywood-HGÜ-Leitung dem Stromsystem von SA 900 MW in der Erzeugung fehlten (d. h. fast die Hälfte der Nachfrage vor dem Ereignis), brach das System zusammen. Der Stromausfall betraf fast die gesamte Fläche von South Australia. Die Wiederinbetriebnahme der Stromversorgung für die Endverbraucher dauerte je nach Gebiet zwischen drei und mehr als 24 Stunden.

3 Ursachenanalyse

Folgende Punkte können auf Basis der vorangegangenen Analyse festgehalten werden:

- Die Primärursache des Stromausfalls war ein außerordentlich heftiger Sturm, dessen Stärke von den meteorologischen Diensten unterschätzt worden war.
- Aufgrund der Wettervorhersage hatte der Systembetreiber jene außerordentlichen und strompreistreibenden Sondermaßnahmen (Anweisungen für Lastabschaltungen) nicht getroffen, die im Falle einer erhöhten Eintrittswahrscheinlichkeit extrem seltener Risikosituationen vorgesehen sind.
- Die folgenreichste unmittelbare Folge des Sturms war der Verlust von drei großen Hochspannungsleitungen innerhalb kürzester Zeit. Aus ökonomischen Erwägungen ist vermutlich kein größeres Stromsystem für ein solches Ereignis ausgelegt.
- Während des Ereignisses waren nur 20 MW Winderzeugung aufgrund der exzessiven Windstärke außer Betrieb. Die gewöhnliche Wetterabhängigkeit der Winderzeugung war daher keine Ursache des Stromausfalls.
- Jedoch hat die restriktive Einstellung der Fault-Ride-Through-Systeme mehrerer Windparks wesentlich zum Stromausfall beigetragen, da diese Einstellung zum plötzlichen Ausfallen von 484 MW Winderzeugung (rund 25 Prozent der Gesamtlast) führte.

4 Politische Resonanz

Der Stromausfall zog heftige Diskussionen in der australischen Öffentlichkeit und Politik nach sich. Premierminister Turnbull (Liberal Party) interpretierte ihn als „Weckruf“ für die zunehmende Gefahr der Abhängigkeit Australiens von Erneuerbaren Energien. Die Erneuerbare-Energien-Ziele in von der Labor Party regierten Bundesstaaten, insbesondere von South Australia, Victoria und Queensland, bezeichnete er in diesem Zusammenhang als „extrem aggressiv, extrem unrealistisch, mit wenig oder keiner Beachtung der Versorgungssicherheit“ (Martin 2016; Bourke et al. 2016).¹ Der Bundesenergieminister Josh Frydenberg, ein Parteifreund des Premierministers, sprach sich daher für eine Vereinheitlichung der Ziele in den einzelnen Staaten und Territorien aus, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten (Martin 2016). Auch der Senator Nick Xenophon aus SA (früher Liberal Party, derzeit parteiunabhängig) bezeichnete den Stromausfall als Schande („disgrace“) und brachte den hohen Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in South Australia mit dem Stromausfall in Verbindung: „... it has been reckless – we have relied too much on wind rather than baseload (...) power, including gas ...“ (Doran et al. 2016).

Bei der Labor Party, die derzeit auf Bundesebene in der Opposition ist, aber South Australia regiert, lösten diese Aussagen als Reaktion auf den Stromausfall große Empörung aus: Der Ministerpräsident von SA, Jay Weatherill, bezeichnete den Ausfall als „Wetter-Ereignis“,

¹ Erneuerbare-Energien-Ziele (Anteil an Stromerzeugung): South Australia – 50 % bis 2025; Victoria – 40 % bis 2025; Queensland – 50 % bis 2030 (Climate Council 2016; Victoria State Government 2016).

nicht als „Erneuerbare-Energien-Ereignis“; Gegner der Erneuerbaren Energien würden den Vorfall für „billige“ politische Zwecke nutzen: „It's disgraceful that the conservatives are playing politics with what is a natural disaster.“

Der energiepolitische Sprecher der Green Party äußerte, dass der Sturm durch den Klimawandel verursacht wurde und daher als Warnung gelten sollte, um den Ausbau Erneuerbarer Energien voranzutreiben. Kritik übte zudem der Climate Council², der es als „opportunistisch und unverantwortlich“ bezeichnete, den Erneuerbaren Energien die Schuld für den Stromausfall zuzuweisen (Martin 2016).

Im Februar 2017 bekundete schließlich die Liberal Party in South Australia, Victoria und Queensland die Bereitschaft, sich auf ein einheitliches nationales Erneuerbare-Energien-Ausbauziel zu einigen (Hutchens 2017).

5 Lessons learned

- Eine weniger restriktive Einstellung der FRT-Systeme für Windanlagen wird umgesetzt. Dadurch würden sich unter vergleichbaren Bedingungen weniger oder keine Windanlagen automatisch abschalten.
- In Australien wird über eine großzügigere Definition der Bedingungen diskutiert, unter denen vorsorgliche Maßnahmen getroffen werden können, wenn die (n-1)-Sicherheit voraussichtlich verletzt werden könnte (reclassification of a non-credible contingency event to a credible contingency event).
- Bei extremen Wetterereignissen könnten die Wettervorhersagen fehleranfälliger sein als in Normallagen. Eventuelle Fehler können besonders folgenreich sein. Stromsystembetreiber könnten eine zusätzliche Fehlermarge miteinrechnen.

² unabhängige, nicht-kommerzielle Organisation

Anhang: Der Stromausfall am 8. Februar 2017

Als dieses Gutachten fast abgeschlossen war, wurden die ersten Analysen des neuesten Stromausfalls am 8. Februar 2017 (AEMO 2017; Financial News 2017) bekannt.

Die unpräzise Vorhersage der Winderzeugung hat zum Entstehen einer kritischen Situation beigetragen. Deutlich schwerwiegender waren allerdings andere Faktoren, unter anderem ein Fehler des Verteilnetzbetreibers sowie die unangekündigte Nicht-Verfügbarkeit einer Reihe thermischer Kraftwerke.

Die wichtigsten Feststellungen kurz zusammengefasst:

- Ab Anfang Februar 2017 wurden große Teile Australiens von einer Hitzewelle mit extremen Temperaturen und daher auch sehr hohem Stromverbrauch betroffen. Es kam zu mehreren kleineren kontrollierten Lastunterbrechungen.
- Am 8. Februar gegen 18 Uhr wurde die Stromversorgung von mehr als 90.000 Verbrauchern in South Australia für 27 Minuten kontrolliert abgeschaltet (gezielter Lastabwurf), um das Risiko eines größeren Systemausfalls zu vermeiden.
- Der Systembetreiber hatte einen gezielten Lastabwurf von 100 MW angeordnet, aber wegen eines Kommunikations- oder Softwarefehlers setzte der Verteilnetzbetreiber einen Lastabwurf von 300 MW um. Demnach hätte die Zahl der betroffenen Kunden um etwa zwei Drittel kleiner sein können.
- In den acht Stunden vor dem Lastabwurf war die Nachfrage kontinuierlich 300 MW bis 500 MW höher als die höhere der beiden Vorhersagen des Vortags. Die Spitzenlast kurz vor dem gezielten Lastabwurf betrug knapp 3.100 MW.
- Ein Hauptgrund war, dass die Lufttemperatur zwischen 2° C und 3° C höher war als am Vortag vorhergesagt. In Adelaide wurde eine Maximaltemperatur von 41,6° C gemessen.
- Die PV-Erzeugung lief normal. Naturgemäß nahm sie im Laufe des Nachmittags ab.
- Laut der Vorhersage des Vortags wurde erwartet, dass die Winderzeugung zwischen 12 Uhr und 19 Uhr von knapp 500 MW auf nur etwa 50 MW zurückgehen würde. Das ist sehr wenig, da die installierte Leistung mindestens 1.300 MW beträgt.
- Die Vorhersage der Winderzeugung war deutlich unterdurchschnittlich präzise. Um 12.30 Uhr lag die tatsächliche Winderzeugung zirka 300 MW höher als am Vortag vorhergesagt. Auch zum kritischen Zeitpunkt kurz vor der Stromversorgungsunterbrechung (18.00 bis 18.30 Uhr) lag die Winderzeugung leicht über der Vorhersage des Vortags, aber mehr als 100 MW unter der erhöhten Vorhersage, die um 16 Uhr erstellt wurde.
- Das Winddefizit im Vergleich zu der Vorhersage von wenigen Stunden vorher betrug weniger als 4 Prozent der Gesamtlast, konnte aber durch thermische Kraftwerke nicht aufgefangen werden.
- 438 MW thermische Erzeugungskapazitäten (meistens Gas, teilweise Diesel) waren in den kritischen Stunden nicht verfügbar, davon 153 MW ohne rechtzeitige Ankündigung:
 - 285 MW (zwei Gaskraftwerke) waren schon am Vortag als nicht verfügbar erklärt worden. Bei mindestens einem dieser zwei Kraftwerke (Torrens Island) wurde in der Studie von McConnell & Sandiford (2016) in der jüngsten Vergangenheit ein wiederholtes strategisches Zurückhalten von Kapazität nachgewiesen.

- 73 MW (zwei KW) waren wegen eines Fehlers im elektronischen Kommunikationssystem nicht verfügbar.
- 60 MW waren nicht verfügbar, weil zwei Kraftwerke ihre Erzeugung aufgrund der exzessiven Umwelttemperatur gedrosselt hatten.
- 20 MW (ein KW) waren ohne Angaben von Gründen nicht verfügbar, obwohl der Betreiber ihre Verfügbarkeit angekündigt hatte.
- Die anderen 30 thermischen Kraftwerke haben mit voller oder fast voller Leistung gearbeitet.
- Auch die zwei einzigen Übertragungsleitungen (siehe Kapitel 1) haben mit voller Leistung Strom aus dem Nachbarbundesstaat Victoria importiert.

Literaturverzeichnis

AEMO 2016: Australian Energy market Operator: Update report - Black system event in South Australia on 28 September 2016, an update to the preliminary operating incident report for the national electricity market, published on 19 October 2016. Abrufbar unter: www.aemo.com.au/Media-Centre/-/media/9027D5FB69294D408E4089249F38A36D.ashx (Zuletzt abgerufen am 15.02.2017).

AEMO 2016a: Australian Energy market Operator: Black system South Australia 28 September 2016, Third Preliminary Report. Abrufbar unter: [http://www.aemo.com.au/-/media/Files/Electricity/NEM/Security and Reliability/Reports/Integrated-Third-Report-SA-Black-System-28-September-2016.pdf](http://www.aemo.com.au/-/media/Files/Electricity/NEM/Security%20and%20Reliability/Reports/Integrated-Third-Report-SA-Black-System-28-September-2016.pdf) (Zuletzt abgerufen am 14.02.2017)

AEMO 2017: Australian Energy market Operator: System event report, South Australia 8 February 2017, published on 15 February 2017. Abrufbar unter: [https://www.aemo.com.au/-/media/Files/Electricity/NEM/Market Notices and Events/Power System Incident Reports/2017/System-Event-Report-South-Australia-8-February-2017.pdf](https://www.aemo.com.au/-/media/Files/Electricity/NEM/Market%20Notices%20and%20Events/Power%20System%20Incident%20Reports/2017/System-Event-Report-South-Australia-8-February-2017.pdf) (Zuletzt abgerufen am 15.02.2017).

BOM 2016: Bureau of Meteorology: Severe thunderstorm and tornado outbreak South Australia 28 September 2016, report of 14 November 2016. Abrufbar unter: <http://www.bom.gov.au/announcements/sevwx/> (Zuletzt abgerufen am 14.02.2017)

Bourke, L.; Koziol, M. 2016: Minister Josh Frydenberg, senator Nick Xenophon question renewables in wake of South Australia blackout, The Sydney Morning Herald, 29.09.2016. Abrufbar unter: <http://www.smh.com.au/federal-politics/political-news/energy-minister-josh-frydenberg-says-south-australia-blackout-raises-questions-about-renewables-20160928-grques.html> (Zuletzt abgerufen am 15.02.2017)

Climate Council 2016: Game On: The Australian Renewable Energy Race Heats Up. Abrufbar unter: <https://www.climatecouncil.org.au/uploads/2acac0b824742ec83f99676255ae5a81.pdf> (Zuletzt abgerufen am 15.02.2017).

Crossely, D. 2017: Private Communication from David Crossley, Associate of the Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney.

Doran, M.; Beech, A. 2016: SA weather: State-wide power loss raises 'serious questions', Josh Frydenberg says, ABC News, 28.09.2016. Abrufbar unter: <http://www.abc.net.au/news/2016-09-28/sa-weather-serious-questions-must-be-answered-frydenberg-says/7886262> (Zuletzt abgerufen am 15.02.2017).

Financial news 2017: Wind and thermal generators failed SA in blackout, says AEMO, Financial News, 15.2.2017. Abrufbar unter: <http://www.afr.com/news/politics/wind-and-thermal-generators-failed-sa-in-blackout-says-aemo-20170215-gudbkq> (Zuletzt abgerufen am 15.02.2017).

Hutchens, G. 2017: Turnbull ignored advice that renewable energy not to blame for SA blackouts, The Guardian, 12.02.2017. Abrufbar unter:

<https://www.theguardian.com/australia-news/2017/feb/13/turnbull-ignored-advice-that-renewable-energy-not-to-blame-for-sa-blackouts> (Zuletzt abgerufen am 15.02.2017).

Martin, S. 2016: South Australian blackout a wake-up call, says Turnbull, The Australian, 30.09.2016. Abrufbar unter: <http://www.theaustralian.com.au/national-affairs/climate/south-australian-blackout-a-wakeup-call-says-turnbull/news-story/ebfc366dafb171e9542e91132d4fe4ed> (Zuletzt abgerufen am 21.11.2016).

McConnell & Sandiford 2016: Winds of change: An analysis of recent changes in the South Australian electricity market, Melbourne Energy Institut. Abrufbar unter: <http://energy.unimelb.edu.au/news-and-events/news/winds-of-change-an-analysis-of-recent-changes-in-the-south-australian-electricity-market> (Zuletzt abgerufen: 10.2.2017) .

Victoria State Government 2016: Victoria's renewable energy targets. Abrufbar unter: <http://www.delwp.vic.gov.au/energy/renewable-energy/victorias-renewable-energy-targets> (Zuletzt abgerufen am 16.02.2017).

Waldhuter, L. 2016: SA weather: Worsening conditions cause more blackouts as BOM warns of more storms, ABC news, 29.9.2016. Abrufbar unter: <http://www.abc.net.au/news/2016-09-29/worsening-conditions-cause-more-blackouts-across-sa/7887020> (Zuletzt abgerufen am 14.02.2017).