

**Zeitschrift:** Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES

**Band:** 106 (2015)

**Heft:** 6

**Artikel:** Stresstest bestanden

**Autor:** Sattinger, Walter / Glarner, Jeanine

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-856666>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.11.2024

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

# Stresstest bestanden

## Sonnenfinsternis als neue Herausforderung für das europäische Übertragungsnetz

Die Sonnenfinsternis des 20. März 2015 bedeutete für die Netzbetreiber in Europa eine neue Herausforderung. Aufgrund der hohen installierten Leistung aus Fotovoltaik konnten Beeinträchtigungen der Systemstabilität nicht ausgeschlossen werden. Europäische Netzbetreiber bereiteten sich deshalb mit koordinierten, präventiven Massnahmen während rund eines Jahres darauf vor. Trotz schönen Wetters und entsprechend markanter negativer wie positiver Gradienten bei der Erzeugungsleistung bewältigten die Netzbetreiber nicht zuletzt dank minutiöser Vorbereitung das Naturereignis erfolgreich.

### Walter Sattinger, Jeanine Glarner

Im Jahr 2015 beträgt die installierte maximale Leistung aus Fotovoltaik (PV) im gesamten kontinentaleuropäischen Netz rund 89 GW. Am Vormittag des 20. März 2015 trat in weiten Teilen Europas eine partielle Sonnenfinsternis auf. Aufgrund der in Europa installierten Leistung aus PV musste davon ausgegangen werden, dass die Sonnenfinsternis bei klarem Wetter zu Beginn bzw. zum Ende zu einem extrem schnellen Abfall bzw. Anstieg der Einspeisung aus PV von mehr als 30 GW führen wird.

Dies entspricht immerhin rund einem Zehntel der gesamten Last im europäischen Netz, was ein sehr hoher Anteil ist.

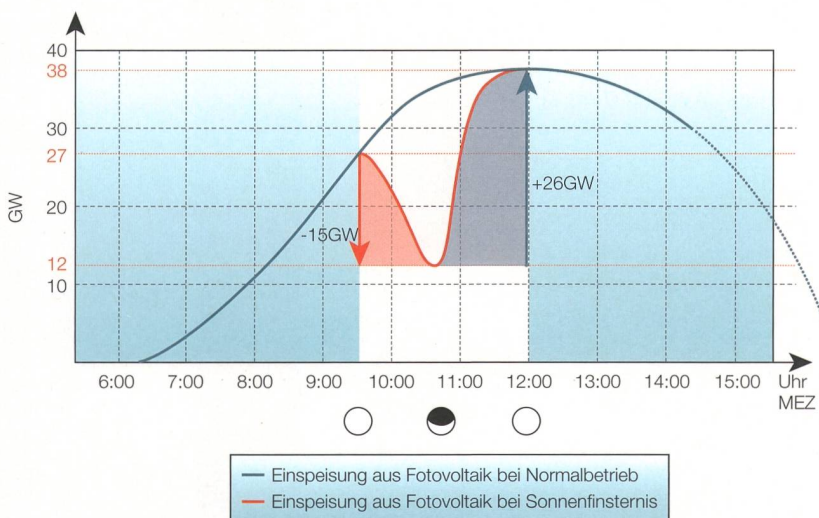
Bei ungenügender Ausregelung des Abfalls bzw. Anstiegs der Einspeisung aus PV führt dies zu erheblichen Frequenzabweichungen im Verbundnetz. Negative Auswirkungen für die Systemstabilität konnten deshalb nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Da der Anteil an Fotovoltaik in der Schweiz sehr gering ist, waren Einflüsse der Son-

nenfinsternis im Bereich der Erzeugung bzw. einer allfälligen Ausregelung der Regelabweichung in der Schweiz nur in Verbindung mit dem europäischen Verbundnetz zu erwarten – und zwar insbesondere durch die beiden Nachbarländer Deutschland und Italien, die insgesamt rund 66% der installierten PV-Leistung liefern.

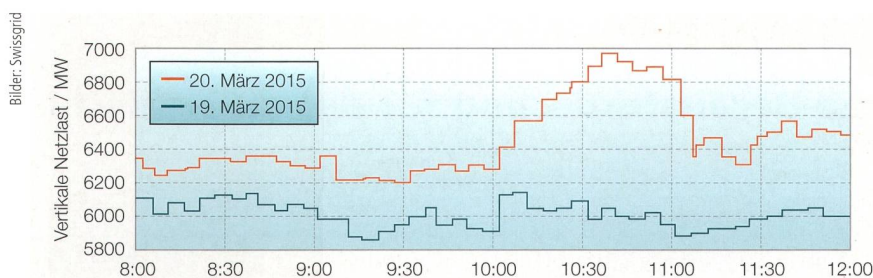
### Minutiöse Vorbereitungen

Die Schaffung der notwendigen Voraussetzungen für die Betriebssicherheit erforderte eine minutiöse Vorbereitung und enge Koordination zwischen den europäischen Übertragungsnetzbetreibern. Fast ein Jahr im Voraus begannen die Netzbetreiber, sich sorgfältig und koordiniert auf das Naturereignis vorzubereiten. Die Entso-E auf europäischer und Swisgrid auf schweizerischer Ebene haben im Vorfeld verschiedene Massnahmen ergriffen, um zum einen die Eintrittswahrscheinlichkeit von Störungen möglichst gering zu halten und zum anderen im Eintretensfall unvermittelt reagieren zu können. Eine Auswahl der wichtigsten Massnahmen:

- Die am stärksten betroffenen Netzbetreiber haben zusätzliche Sekundärregelleistung von den Erzeugern eingekauft.
- Der italienische Übertragungsnetzbetreiber nahm vorsorglich rund 25% der installierten PV-Leistung vom Netz, was rund 4,9 GW entspricht.
- Der Markt wurde im Norden bezüglich maximalem Leistungsaustausch zwischen der Synchronzone der skandinavischen Netze und Kontinentaleuropa sowie im Süden auf der Nordgrenze von Italien eingeschränkt.
- Sämtliche Wartungsarbeiten im Übertragungsnetz Kontinentaleuropas, die verschoben werden konnten, wurden für den Tag der Sonnenfinsternis sistiert, sodass möglichst ein vollständiges Netz zur Verfügung stand.
- Swisgrid besetzte alle Arbeitsplätze im 24-Stunden-Betrieb doppelt und war am 20. März in ständiger Telefonkonferenz mit allen anderen Übertragungsnetzbetreibern in Europa.



**Bild 1** Einspeisung aus Fotovoltaikanlagen im kontinentaleuropäischen Verbundnetz während eines normalen Betriebstages und am 20. März 2015.



**Bild 2** Vertikale Netzlast in der Schweiz am Vormittag des 19. und 20. März 2015.

### Markante Änderungen der Einspeisung aus Fotovoltaik

**Bild 1** beschreibt die Einspeisung aus PV für das gesamte kontinentaleuropäische Netz während eines «normalen» Tagesverlaufs (blaue Kurve) bei klarem Wetter und während der Sonnenfinsternis vom 20. März 2015 (rote Kurve).

Am 20. März 2015 stieg nach Sonnenaufgang die Einspeisung aus PV bis zu Beginn der Sonnenfinsternis um 09.25 Uhr MEZ auf 27 GW an. Zwischen 9.25 und 10.45 Uhr führte die Verdunkelung zu einem Rückgang von PV-Leistungseinspeisung um etwa 15 GW. Anschliessend stieg die Einspeisung aus Fotovoltaikanlagen innerhalb einer Stunde bis 11.50 Uhr um 26 GW an.

Allein für Deutschland betrug der Leistungsabfall rund 7 GW, gefolgt von einem Anstieg von 17 GW. Diese gewaltigen Änderungen wurden durch den Einsatz einer Vielzahl von genau vorberechneten und angepassten Viertelstundenfahrplänen in der Einspeisung sowie dank einer im Vergleich zum Normalbetrieb verdoppelten Sekundärregelreserve gemeistert. Für Italien betrug der gesamte PV-Leistungsabfall aufgrund der vorsorglichen Massnahme wie oben beschrieben nur rund 2 GW, gefolgt von einem Leistungsanstieg von 4,5 GW.

Die grosse Herausforderung im Management der Auswirkungen der Sonnenfinsternis lag darin, dass immer genügend Regelleistung vorhanden sein musste und diese rasch abgerufen werden konnte.

### Minimale Frequenzabweichungen

Die Netzfrequenzabweichung betrug zu keinem Zeitpunkt der Sonnenfinsternis mehr als 0,04 Hz. Im Vergleich zu einem normalen Betriebstag kann insgesamt festgestellt werden, dass Netzfrequenz und Reglerabweichungen am 20. März 2015 minimal waren. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Fahrpläne gegenüber normalen Betriebstagen sorgfältiger berechnet wurden. Dadurch waren sie deutlich präziser, sodass die resultierenden Reglerabweichungen als Differenz zwischen Erzeugung und Verbrauch geringer ausfielen. Gleichzeitig war deutlich mehr Regelreserve eingekauft bzw. bereitgestellt worden. Zudem ist davon auszugehen, dass teilweise manuelle Änderungen am Regler – sogenannte Vorsteuerungen – vorgenommen wurden.

### Deutlicher Anstieg der vertikalen Netzlast

Da eine exakte Prognose der Last für den 20. März 2015 nur bedingt möglich war, hat bei der Auswertung der Daten insbesondere interessiert, in welchem Umfang die Sonnenfinsternis einen Einfluss auf die Netzlast in der Schweiz hatte.

**Bild 2** zeigt die vertikale Netzlast, d.h. die Summe aller Leistungsflüsse vom Übertragungsnetz zu den Netzen der niedrigeren Ebenen oder zu direkt angeschlossenen Verbrauchern, am Vormittag des 19. und 20. März 2015. Am Tag der Sonnenfinsternis (rote Kurve) blieb die vertikale Netzlast immer über 6,2 GW und stieg im Zeitraum von 09.30 bis

10.45 Uhr um fast 700 MW an. Dieser Lastanstieg ergab sich einerseits aus dem Rückgang der Solareinspeisung auf der Verteilnetzebene. Andererseits führte die Verdunkelung und Abkühlung auch zu einem Anstieg des Verbrauchs, da beispielsweise Beleuchtungen eingeschaltet wurden.

Zum Vergleich: Am 19. März 2015 (blaue Kurve) blieb die vertikale Netzlast einerseits insgesamt deutlich tiefer – nämlich immer klar unter 6,2 GW – und andererseits war sie auch ausgeglichener.

Während des Zeitraums der Abdunkelung ab 09.30 Uhr stieg die Gesamtnetzlast Schweiz bis 10.45 Uhr um ca. 300 MW an. Wird der Anstieg der Gesamtnetzlast Schweiz vom Anstieg der vertikalen Netzlast abgezogen, so ergibt sich daraus ein Einbruch der Erzeugungsleistung aller PV-Anlagen in der Schweiz von rund 400 MW.

### Fazit

Die europäischen Netzbetreiber haben den Beweis erbracht, dass bei entsprechenden Vorkehrungen Einspeiseänderungen von beachtlicher Grösse bewältigt werden können, wobei der finanzielle und personelle Aufwand sowie der entsprechende Kraftwerkseinsatz nicht zu vernachlässigen ist.

Für die Zukunft ist die Qualität der Datenbasis für den Echtzeitbetrieb entscheidend. Parallel zur zunehmenden Volatilität der Lastflüsse im Netz müssen mehr Daten, insbesondere von Einspeisung und Last, und in besserer Qualität ausgetauscht werden.

### Link

Ausführlicher Bericht (Englisch): [www.entsoe.eu/news-events/announcements/announcements-archive/Pages/News/solar-eclipse-europes-tsos-teamed-up-successfully.aspx](http://www.entsoe.eu/news-events/announcements/announcements-archive/Pages/News/solar-eclipse-europes-tsos-teamed-up-successfully.aspx).

### Autoren

**Walter Sattinger**, Dr.-Ing., Fachexperte Grid Management bei Swissgrid.  
 Swissgrid AG, 5080 Laufenburg,  
[walter.sattinger@swissgrid.ch](mailto:walter.sattinger@swissgrid.ch)

**Jeanine Glarner**, lic. phil. Historikerin, Senior Communications Manager bei Swissgrid.  
[jeanine.glarner@swissgrid.ch](mailto:jeanine.glarner@swissgrid.ch)