



2. Oktober 2025

Bericht über Blackout in Spanien/Portugal am 28.4.2025

DI Kurt Misak-Huber

Großräumiger Blackout – was heißt das?

Definition eines Blackouts

lt. „System Operation Guideline“ („SOGL“, VO (EU) 2017/1485, Art. 18 Abs. 4)

Ein Übertragungsnetz befindet sich im Blackout-Zustand, wenn **mindestens eine** der folgenden Bedingungen erfüllt ist: *)

- Verlust von mehr als 50 % der Last in der Regelzone des betreffenden ÜNB;
- Spannungslosigkeit in der Regelzone des betreffenden ÜNB für mindestens drei Minuten, sodass Netzwiederaufbaupläne aktiviert werden.

Letztes „echtes“ Blackout in Österreich am Dienstag, 13.4.1976

WIEN (AZ). Es war der größte Stromausfall seit dem Krieg. Ganz Österreich, außer Tirol und Vorarlberg, und große Teile Kärntens und ganz Bayern waren ohne Strom. Schuld daran war ein Waldbrand in der Gegend von Kelsterbach bei Frankfurt. Die Ionisierung der Luft führte dort zu einem Stromüberschlag im Umspannwerk Kelsterberg, um 15.17 Uhr explodierte ein Leistungsschalter. Es kam kein Strom mehr nach Österreich — und auch in Österreich brach um 15.30 Uhr das gesamte Stromnetz zusammen. In Österreich allerdings hat man das Stromnetz in der Rekordzeit von einer Stunde und fünf Minuten wieder aufgebaut. Bayern war bis 17.26 Uhr ohne Strom. Nach bisherigen Meldungen ist Österreich mit einem blauen Auge davongekommen. (Siehe auch Seite Wien.)



*) Erläuterungen:

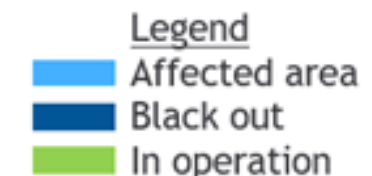
- ad „Last“: Netzbetreiber haben durch ihre Messgeräte nur Kenntnis darüber, welche Leistung und Energie vom Netz an Endverbraucher abgegeben oder von ihnen ins Netz eingespeist wird. Viele Endverbraucher besitzen jedoch eigene Stromerzeugungsanlagen (PV, kleineres Kraftwerk etc.) und decken sich damit einen Teil ihres „Gesamtverbrauchs“ bereits selbst. Aus dem Netz wird somit weniger entnommen, als der Verbraucher tatsächlich insgesamt verbraucht. Als Netzbetreiber kennt man damit i. d. R. nicht den Gesamtverbrauch im eigenen Netz, sondern nur die „Netzabgabe“, was als „Netzlast“ oder kurz als „Last“ bezeichnet wird. Dieser Begriff wird deshalb in der SOGL verwendet.
- ad „50 % der Last“: Die Angabe in Art. 18 Abs. 4 lit. a „Verlust von mehr als 50 % der Last“ ist als Indikation zu verstehen, dass aus Sicht des Übertragungsnetzes erst bei einem extrem umfangreichen Ausfall von Endverbrauchern von einem „Blackout-Zustand“ gesprochen wird (in der Praxis bedeutet das, dass mehrere Bundesländer betroffen sind). Die 50 % können in der Praxis natürlich nicht „allgemeingültig“ präzise festgelegt werden, weil die Netzlast von vielen Faktoren abhängt und tages-/jahreszeit-abhängig sehr unterschiedlich sein kann. Die Entscheidung trifft im Anfall die Hauptschaltwarte des zuständigen Übertragungsnetzbetreibers, in Österreich damit der diensthabende System Operator in der Hauptschaltwarte der APG.
- ad „Spannungslosigkeit/drei Minuten/Netzwiederaufbaupläne“: Die Formulierung in Art. 18 Abs. 4 lit. b sollte ursprünglich klarstellen, dass ÜNBs im Blackout-Fall unverzüglich reagieren und sofort mit dem Netzwiederaufbau beginnen, sobald sichergestellt ist, dass es sich um ein solches handelt. Die „drei Minuten“ sind eine willkürliche Festlegung aus formalen Gründen, auf die man sich in der damaligen Entwurfsphase nach vielen Diskussionen geeinigt hat. Aus Sicht der APG ist lit. b entbehrlich, da lit. a bereits hinreichend ist. Auch im Fall von lit. a würden selbstverständlich unverzüglich Netzwiederaufbaupläne aktiviert werden. Diese sind flexibel gestaltet, um verschiedenen Fälle eines Blackouts und die zur Verfügung stehenden Maßnahmen im jeweiligen Anfall abdecken zu können.

Vorkommnisse in Europa häufen sich

- ▶ **Starke Frequenzstörung mit Auftrennung der Synchronzone in Kontinentaleuropa 8.1.2021, ca. 14:30 Uhr nachmittags** > Kaskade mit Ursprung in Kroatien durch lückenhafte Überwachung eines Schaltelements in einem Umspannwerk, vertragliche Abschaltung von großen Industriekunden in FR & IT sowie sofortige Notmaßnahmen, nur wenige Verbraucherausfälle - Frequenzabfall von 260 mHz war zwar 60 mHz unter erlaubter Grenze, aber noch "weit" von Unterfrequenz-Lastabwurf (hätte bei 1000 mHz Abfall eingesetzt) entfernt, **Re-Synchronisation nach rd. einer Stunde**, keine weiteren schweren Auswirkungen auf Kontinentaleuropa.
- ▶ **Albanien, Montenegro, Bosnien-Herzegowina und Kroatien 21.6.2024, ca. 12:20 Uhr** > **Blackout** wegen starker Hitze, heißer Leiterseile, Windstille und geringen Abständen zu Bäumen. Dadurch kam es zu Überschlägen und Schutzauslösungen. Die Folgen waren Leitungsausfälle und letztlich ein Spannungskollaps. **Die TSOs konnten ihre Netze jedoch alle in etwa 3 Stunden(!)** wieder aufbauen.
- ▶ **Spanien & Portugal 28.4.2025, ca. 12:30 Uhr mittags** > Blackout – im wesentlichen Kollaps wegen zu hoher Spannungen, zu wenige Blindleistungs-Kompensationselemente, hohe Wirkleistungsausfälle führten durch technische Effekte zu immer höheren Spg. und letztlich zum Systemzusammenbruch, keine Auswirkungen auf übriges Kontinentaleuropa (Ausnahme: kleine Region in Frankreich), **Wiederaufbau des Übertragungsnetzes in weniger als 12 Stunden**.
- ▶ **Nord-Mazedonien 18.5.2025, ca. 5:00 Uhr morgens** > **1,5-stündiges Teilblackout**, hohe Spannungen v. a. durch sehr niedrige Last in den Morgenstunden, keine Auswirkungen auf übriges Kontinentaleuropa.
- ▶ **Tschechien 4.7.2025, ca. 12:00 Uhr mittags** > Kabelbruch mit Kraftwerksausfall, Folgeüberlastung einer Leitung bis hin zu Teilausfall des Übertragungsnetzes und massiven Kundenausfällen in Prag, **Wiederversorgung nach 2-3 Stunden**, keine Auswirkungen auf übriges Kontinentaleuropa.
- ▶ **Fazit:**
 - Die Ereignisse zeigen die **Verletzbarkeit des Systems** durch seine **hohe Komplexität**.
 - Die Störungen konnten **jedoch immer sehr rasch eingegrenzt und behoben** werden – das **System ist also äußerst resilient und die Netzbetreiber sehr gut vorbereitet**.

Blackout in Spanien und Portugal am 28.4.2025

- Am **28. April 2025 um 12:33 Uhr MEZ** kam es in **Spanien und Portugal** zu einem **vollständigen Stromausfall**. Auch ein **kleines Gebiet in Frankreich**, nahe der spanischen Grenze, war von dem Vorfall betroffen, wenn auch nur für kurze Zeit. **Das übrige kontinentaleuropäische Stromnetz blieb von Störungen verschont.**
- **ENTSO-E**, Vertreter von Übertragungsnetzbetreibern, die Agentur für die Zusammenarbeit der Energieregulierungsbehörden (**ACER**), die nationalen Regulierungsbehörden (**NRA**) und die regionalen Koordinierungszentren (**RCC**) haben ein gemeinsames Expertengremium zur Analyse und Aufklärung der Großstörung in Spanien und Portugal eingerichtet.
- Das Gremium wird von **Klaus Kaschnitz (APG, Österreich)** und Robert Balog (MAVIR, Ungarn) geleitet. Es wird die Ursachen des Stromausfalls untersuchen und Empfehlungen aussprechen.
- ENTSO-E wird die **Ergebnisse der Untersuchung der Europäischen Kommission und den Mitgliedstaaten** (über die ECG, Electricity Coordination Group) **vorlegen** und sie nach Abschluss der Analyse veröffentlichen.
- **Der Stromausfall ist das Ergebnis einer komplexen Ereigniskette**, für die ENTSO-E auf Grundlage der bisher bekannten Informationen eine vorläufige Chronologie erstellt.



Blackout in Spanien und Portugal am 28.4.2025

In der **halben Stunde vor dem Störfall** traten zwischen 12:03 und 12:07 Uhr MEZ sowie zwischen 12:19 und 12:21 Uhr MEZ in der kontinentaleuropäischen Synchronzone **Netzschwankungen** auf. Die Übertragungsnetzbetreiber Spaniens (Red Eléctrica) und Frankreichs (RTE) ergriffen Maßnahmen, um diese Schwankungen zu mildern. **Zum Zeitpunkt des Störfalls traten keine Schwankungen auf**, und die betrieblichen Parameter lagen im normalen Bereich.

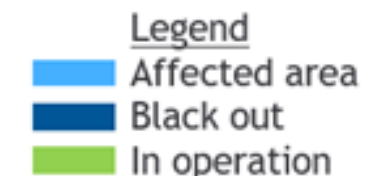
Ab 12:32:57 Uhr MEZ und innerhalb von 20 Sekunden danach wurde in Südspanien eine Serie von Stromausfällen registriert, nicht jedoch in Portugal und Frankreich.

Infolge dieser Ereignisse **sank die Frequenz**, und in **Spanien und Portugal** kam es zu einem **Spannungsanstieg**.

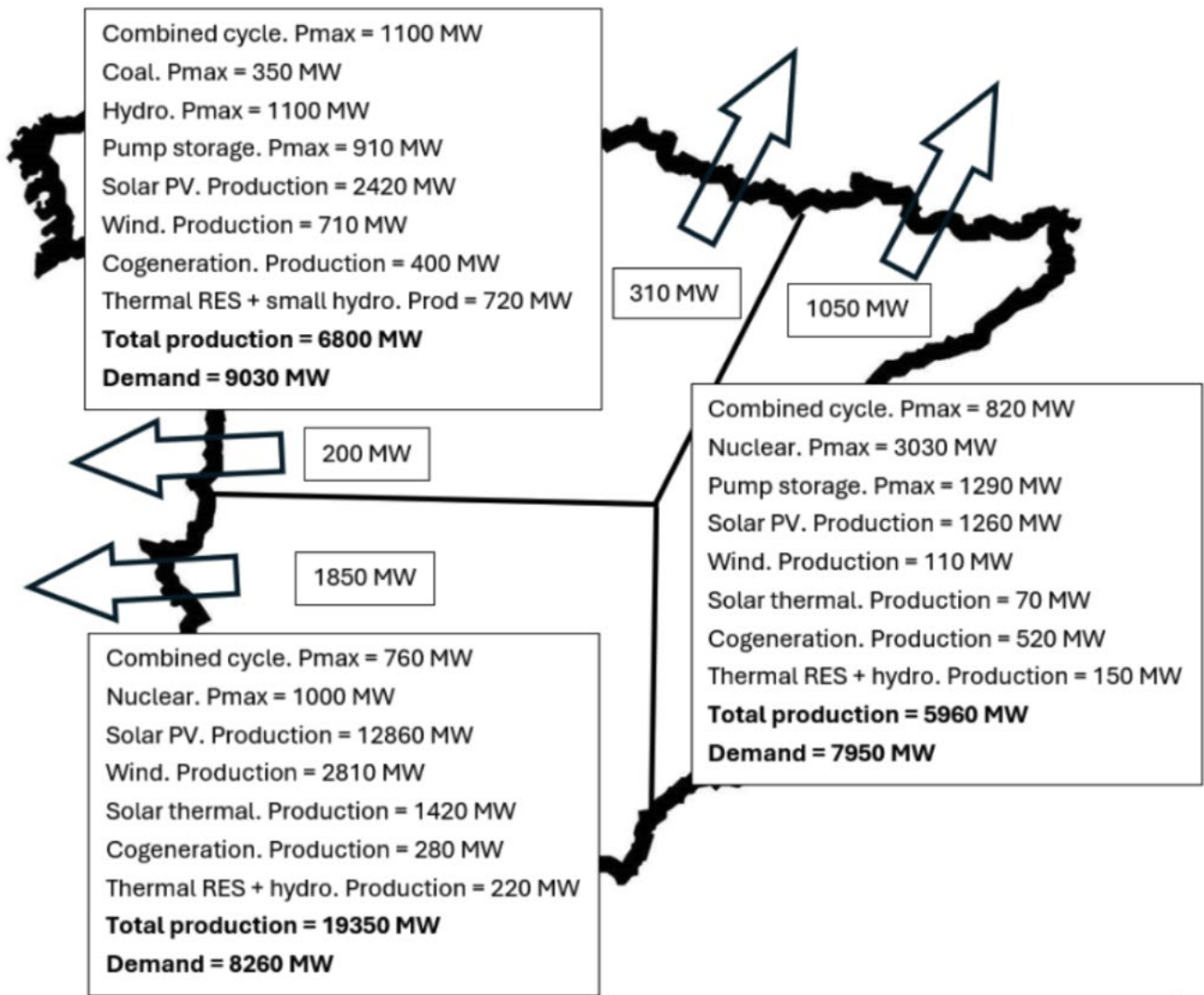
Zwischen 12:33:18 Uhr und 12:33:21 Uhr MEZ **sank die Frequenz** des Stromnetzes der Iberischen Halbinsel **weiter und erreichte 48,0 Hz**. Die **automatischen Lastabwurfpläne** Spaniens und Portugals wurden aktiviert.

Um 12:33:21 Uhr MEZ wurden die **Wechselstrom-Freileitungen zwischen Frankreich und Spanien durch Schutzeinrichtungen gegen Synchronisationsverlust** abgeschaltet.

Um 12:33:24 Uhr MEZ brach das iberische Stromnetz vollständig zusammen, und die HGÜ-Leitungen zwischen Frankreich und Spanien stellten die Stromübertragung ein.



Geografische Verteilung der Produktion und Belastung in Spanien um 12:32 Uhr

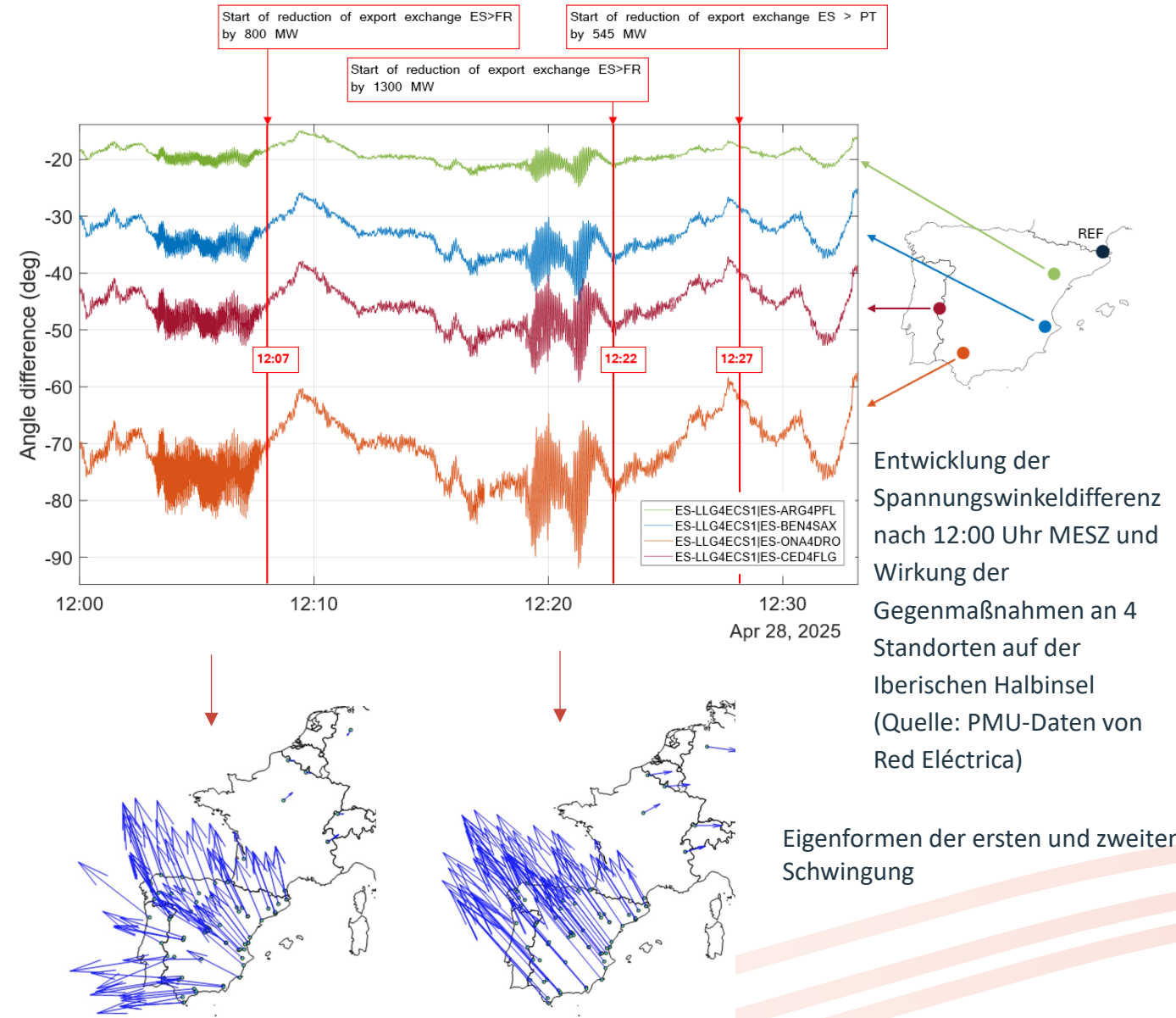


Oszillationen und Abhilfemaßnahmen ab 12:00 Uhr



Die Betreiber in den Control Centers der jeweiligen Übertragungsnetzbetreiber haben mehrere (in den etablierten Betriebsprotokollen definierte) Abhilfemaßnahmen ergriffen:

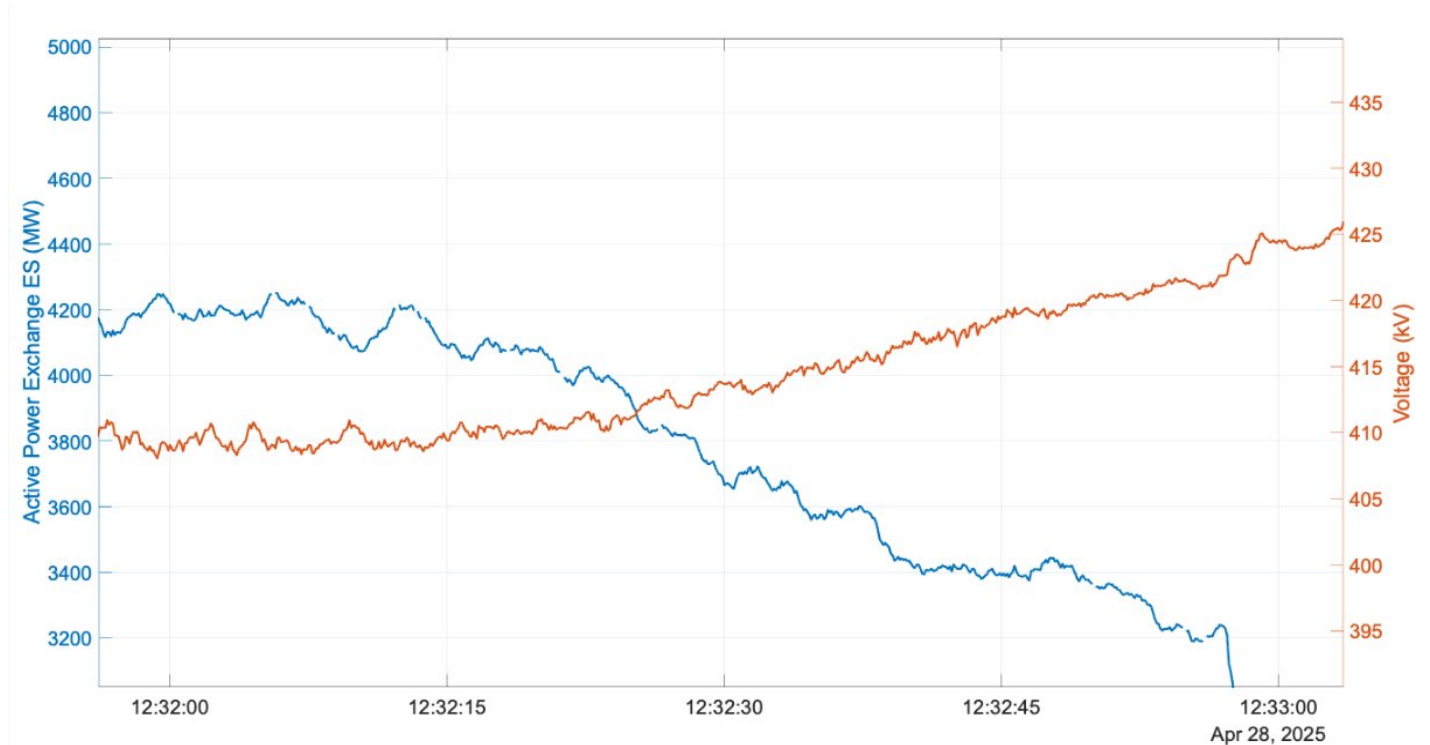
- Um die Systemimpedanz zu verringern und die Generatorstabilität zu verbessern, wurden Leitungen eingeschaltet.
- Auf der HGÜ-Verbindung zwischen Spanien und Frankreich wurde ein „Festleistungsbetrieb“ eingerichtet, da dies eine wirksame Maßnahme zur Minderung von Schwankungen darstellt.
- Der Lastfluss zwischen Spanien und Frankreich wurde reduziert – als zusätzliche Gegenmaßnahme zur Verringerung des Trägheitswinkels der iberischen Halbinsel gegenüber dem Rest des kontinentaleuropäischen Stromnetzes.



Entwicklung der Systembedingungen von 12:32:00 Uhr bis 12:32:57 Uhr

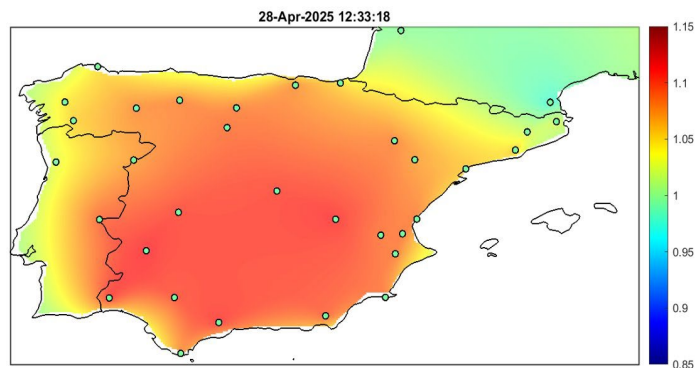
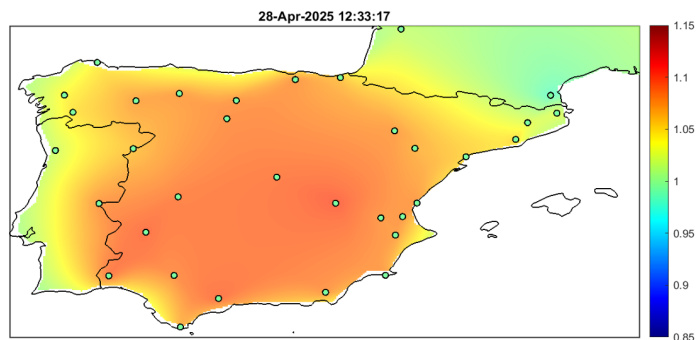
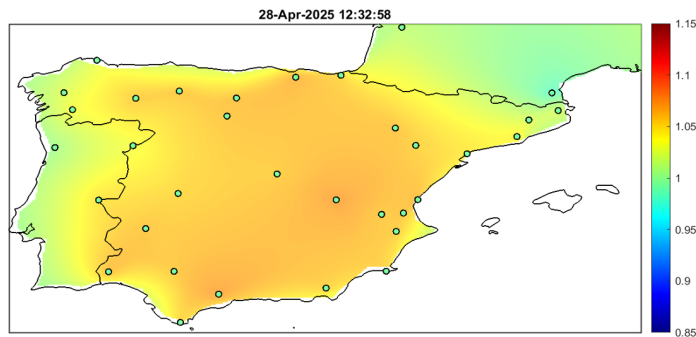


Als Hauptursache für die weitere Entwicklung wird ein Ausfall von mehr als 500 MW zahlreicher an die spanischen Verteilnetze angeschlossener Wind- und Solarkraftwerke angesehen. Die Ursache dieser Ausfälle ist aufgrund der eingeschränkten Beobachtbarkeit auf Mittel-/Niederspannungsebene – sowohl räumlich als auch zeitlich – weiterhin unbekannt.



Entwicklung der Spannung im Umspannwerk Carmona und der Netto-Wirkleistungsaustauschposition Spaniens in der Minute vor dem Stromausfall (Quelle: PMU-Daten von Red Eléctrica)

Ereignisablauf zwischen 12:32:57 Uhr und 12:33:18 Uhr



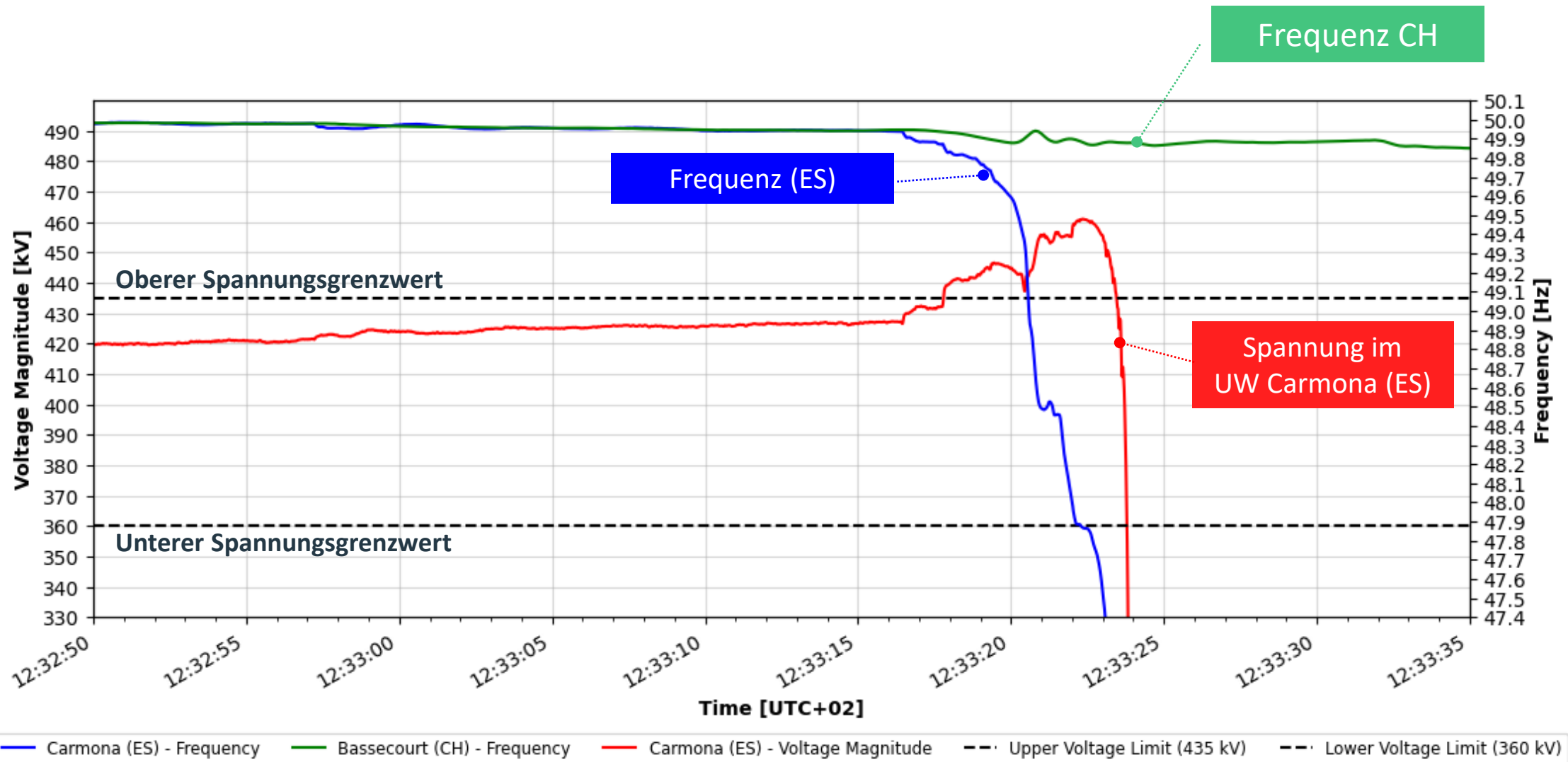
Das erste Ereignis war auf die **Abschaltung eines Erzeugungs-Transformators aufgrund eines Problems auf der Niederspannungsseite in der Region Granada** zurückzuführen. Dieser Transformator verband verschiedene Erzeugungsanlagen (Photovoltaik, Windkraft und Solarthermie) mit dem Übertragungsnetz und speiste 355 MW ein. Die Abschaltung des Transformators und der damit verbundene Verlust der Einspeisemöglichkeiten erklären auch die Abschaltung einiger der an diesen Transformator angeschlossenen Erzeugungseinheiten aufgrund von Überfrequenz, während andere aufgrund von Überspannung abschalteten, wie die Betreiber der Kraftwerke berichteten.

Das zweite Ereignis umfasste **Abschaltungen von PV- und Solarthermieranlagen**, die an zwei 400-kV-Umspannwerke in der Region Badajoz angeschlossen waren. Insgesamt kam es zu einer unterbrochenen Einspeisung von rund 725 MW.

Das dritte Ereignis umfasste **mehrere Ausfälle in verschiedenen Gebieten in weniger als einer Sekunde**: Windparks in Segovia und Huelva, Photovoltaikanlagen in Badajoz, Sevilla, Cáceres und Huelva, Solarthermieranlagen in Badajoz sowie weitere Generatoren an verschiedenen Standorten mit einer Gesamtleistung von über 1100 MW, geschätzt anhand der Frequenzschwankungen. Aus dieser Menge konnte das Expertengremium anhand der von den Generatoren und der Überwachungsausrüstung von Red Eléctrica bereitgestellten Daten einen Erzeugungsverlust von 930 MW ermitteln.

Abbildung: Heatmaps der Spannung im Übertragungsnetz in p.u.
(Quelle: PMU-Daten von Red Electrica, REN und RTE)

Entwicklung von Spannung und Frequenz vor und nach dem Blackout



Entwicklung der Frequenz und der Spannung im Umspannwerk Carmona (Spanien) und der Frequenz im übrigen Kontinentaleuropa (Umspannwerk Bassecourt, Schweiz) während des Vorfalls (Quellen: Red Electrica, Swissgrid)

Ereignisablauf ab 12:33:18 Uhr

- **Zwischen 12:33:18 und 12:33:21 Uhr MESZ**

stieg die Spannung im Süden Spaniens und in der Folge auch in Portugal stark an. Die Überspannung löste eine Kaskade von Erzeugungsverlusten aus, die zu einem Frequenzabfall im spanischen und portugiesischen Stromnetz führte.

- **Um 12:33:19 Uhr MESZ**

begannen die Stromnetze Spaniens und Portugals, die Synchronisation mit dem europäischen System zu verlieren.

- **Zwischen 12:33:19 und 12:33:22 Uhr MESZ**

wurden die automatischen Lastabwurf- und Systemschutzpläne Spaniens und Portugals aktiviert, die gemäß der Verordnung (EU) 2017/1485 der Kommission vom 2. August 2017 zur Festlegung einer Leitlinie für den Betrieb der Stromübertragungsnetze (SO GL) erstellt wurden, konnten den Zusammenbruch des iberischen Stromnetzes jedoch nicht verhindern.

- **Um 12:33:20 Uhr MESZ**

fiel die Wechselstromverbindung zwischen Spanien und Marokko aufgrund von Unterfrequenz aus.

- **Um 12:33:21 Uhr MESZ**

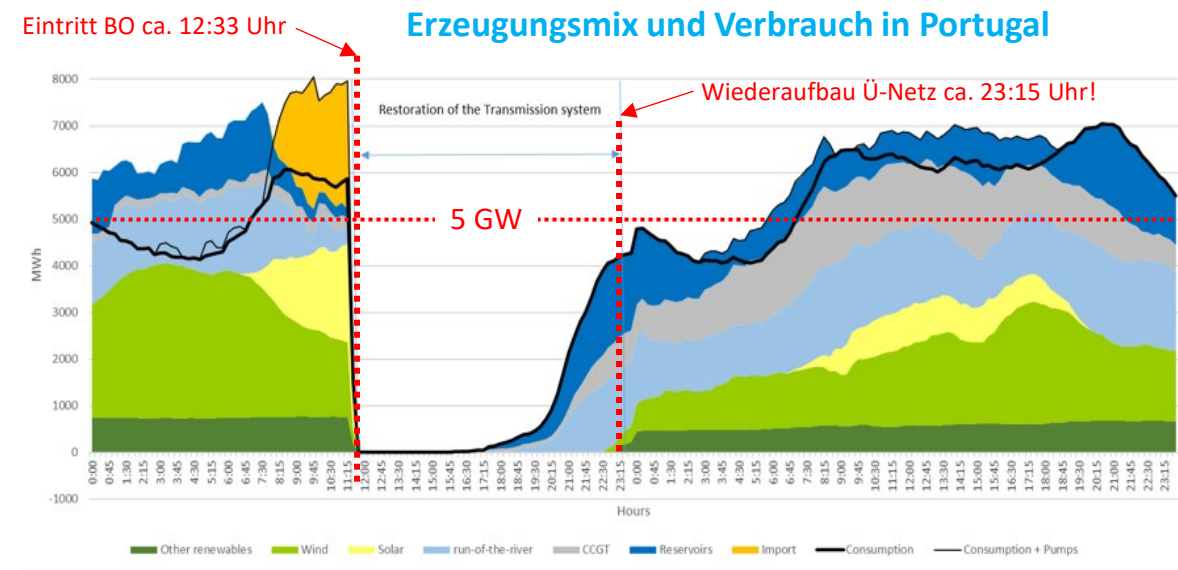
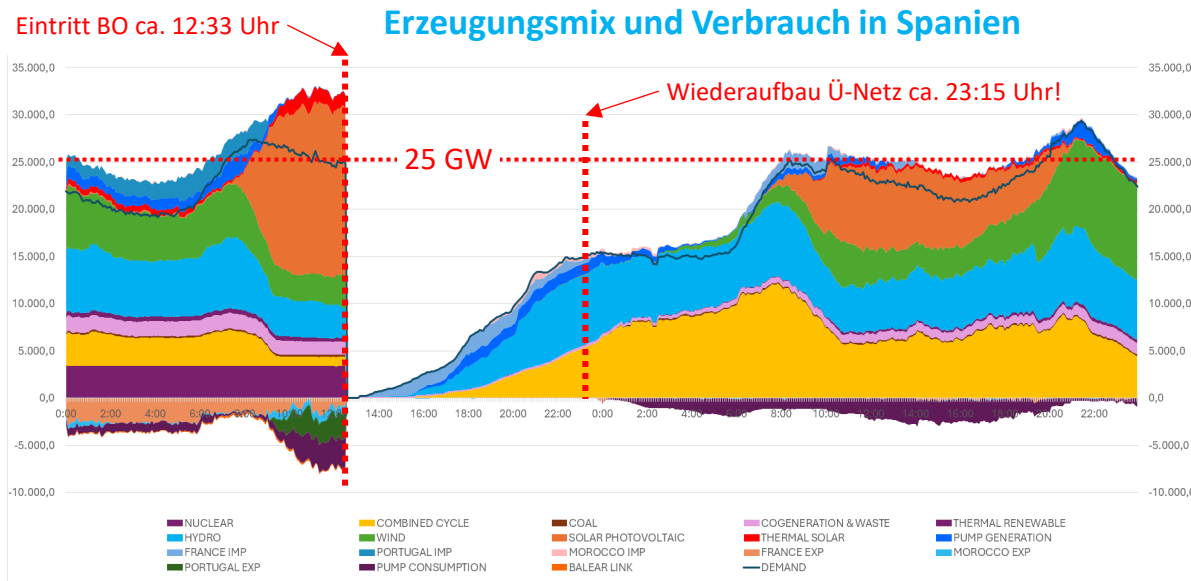
wurden die Wechselstromfreileitungen zwischen Frankreich und Spanien durch Schutzeinrichtungen gegen Synchronisationsverlust abgeschaltet.

- **Um 12:33:24 Uhr MESZ**

brachen alle Systemparameter der spanischen und portugiesischen Stromnetze zusammen, und die HGÜ-Leitungen zwischen Frankreich und Spanien stellten die Stromübertragung ein.

Netzwiederaufbau-Prozess verlief im Großen und Ganzen wie vorgesehen

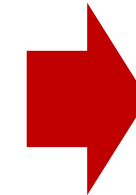
- Die Wiederherstellung des Stromnetzes in einigen Regionen des portugiesischen und spanischen Netzes wurde unter anderem durch die **Aktivierung von Netzressourcen**, wie z. B. **Schwarzstartverfahren** in bestimmten Kraftwerken, sowie durch die **bestehenden Verbindungen mit Frankreich und Marokko** erleichtert.
- Die **schnelle Wiederherstellung der Versorgung in Spanien und Portugal** zeugte von der **Bereitschaft und Effizienz der betroffenen Übertragungsnetzbetreiber Red Eléctrica und REN** mit Unterstützung und Zusammenarbeit des französischen Übertragungsnetzbetreibers RTE sowie des marokkanischen Energieversorgers ONEE im Falle eines Ausfalls des spanischen Netzes.



Blackout: Einschätzung der aktuellen Lage

Maßnahmen seitens APG zur Blackout-Prävention

- 1) Netzausbau
- 2) Netzreserve-Kraftwerke unter Vertrag
- 3) Massive Beteiligung an Markt-Weiterentwicklung
Market Coupling – Core Region, Regellenergiekooperation
- 4) Resilienzstrategien
 - IT-/OT-/Objektschutz-Strategien
 - Systemschutzplan
 - Netzschutzgeräte-Konzept
 - Überwachung der (n-1)-Netzsicherheit
 - vorbereitete, abgestimmte und geübte Notfallkonzepte, etc.
 - laufende Abstimmung mit allen relevanten 110-kV-Netzpartnern
- 5) Optimierte Wartungs- und IH*-Strategien
- 6) Feingranularere Prognosen für Netzsicherheit (Intensivierung Datenaustausch)
- 7) Aus- und Weiterbildung sowie Trainings, Partnerschaften, regelmäßige Abstimmungssitzungen mit allen Stakeholdern



**Keine akute
Blackout-Gefahr!**

Geändertes Umfeld in Österreich und Europa

- **Herausforderungen** an das Energiesystem – und vor allem **an die Netze** – massiv **gestiegen**, Thema wird verstärkt **in der Bevölkerung wahrgenommen**
- **Blackout** aus Sicht der Experten bisher **unwahrscheinlich, aber „möglich“**
- Aktuelle **geopolitische Situation** trägt **nicht zur Beruhigung** bei (Krieg in Ukraine, Provokation Russlands gegen NATO, ...)
- **Schutz kritischer Infrastruktur essenziell** – sowohl auf Cyber-Ebene als auch auf physischer und organisatorischer Ebene
- **Partnerschaften** zwischen den relevanten Unternehmen **immer wichtiger** – vor allem zur gegenseitigen Unterstützung im Ernstfall, aber auch zur Bewusstseinsbildung, Aufklärung und Prävention → **gegenseitiges Verständnis und Vertrauen!**
- **Vier(!)-K-Regel**: In der **K**rise **k**ompetente **K**öpfe **k**ennen!



2. Oktober 2025

Bericht über Blackout in Spanien/Portugal am 28.4.2025

DI Kurt Misak-Huber