

Blackout - Ursachen und Wiederaufbau

Wie sicher ist unsere Stromversorgung?

Paul Niggli, Leiter Crisis Management & BCM
Netzwerk Risikomanagement, Aarburg, 2. September 2016

01

Swissgrid im Dienste der Schweiz und des europäischen Übertragungsnetzes

02

Blackout, was ist das?

03

Wo lauern die Risiken und Gefahren?

04

Netzwiederaufbau

Von der Koordinationsstelle zur Netzeigentümerin

Swissgrid Geschichte

2000

Koordinationsstelle
für den Betrieb des
Schweizer
Übertragungsnetzes

2005

Gründung der
nationalen
Netzgesellschaft
Swissgrid

2009

Verantwortung für
den Betrieb des
gesamten Schweizer
Übertragungsnetzes

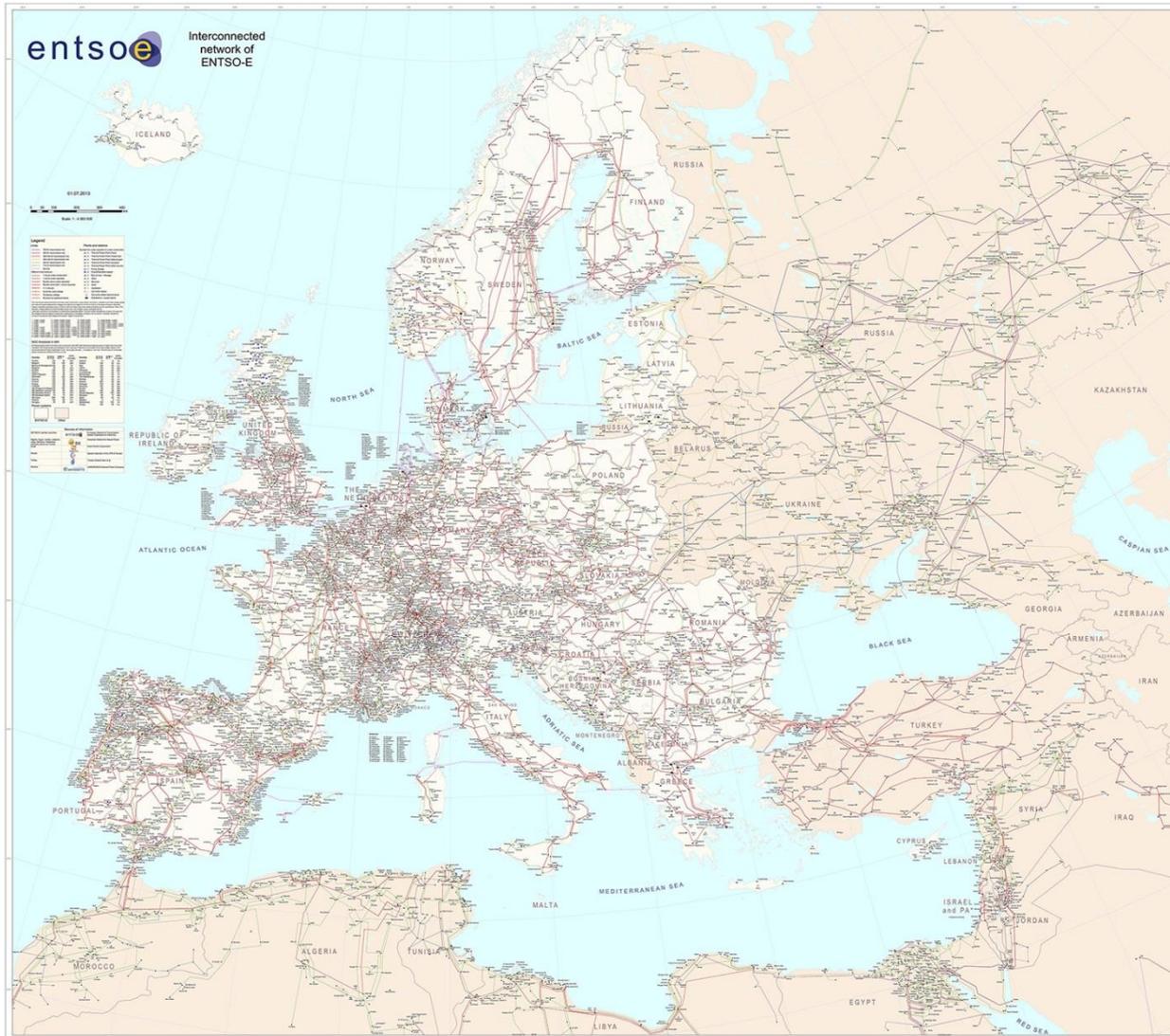
2013

Eigentümerin des
Netzes
Verantwortung für
Unterhalt,
Erneuerung und
Ausbau

2015

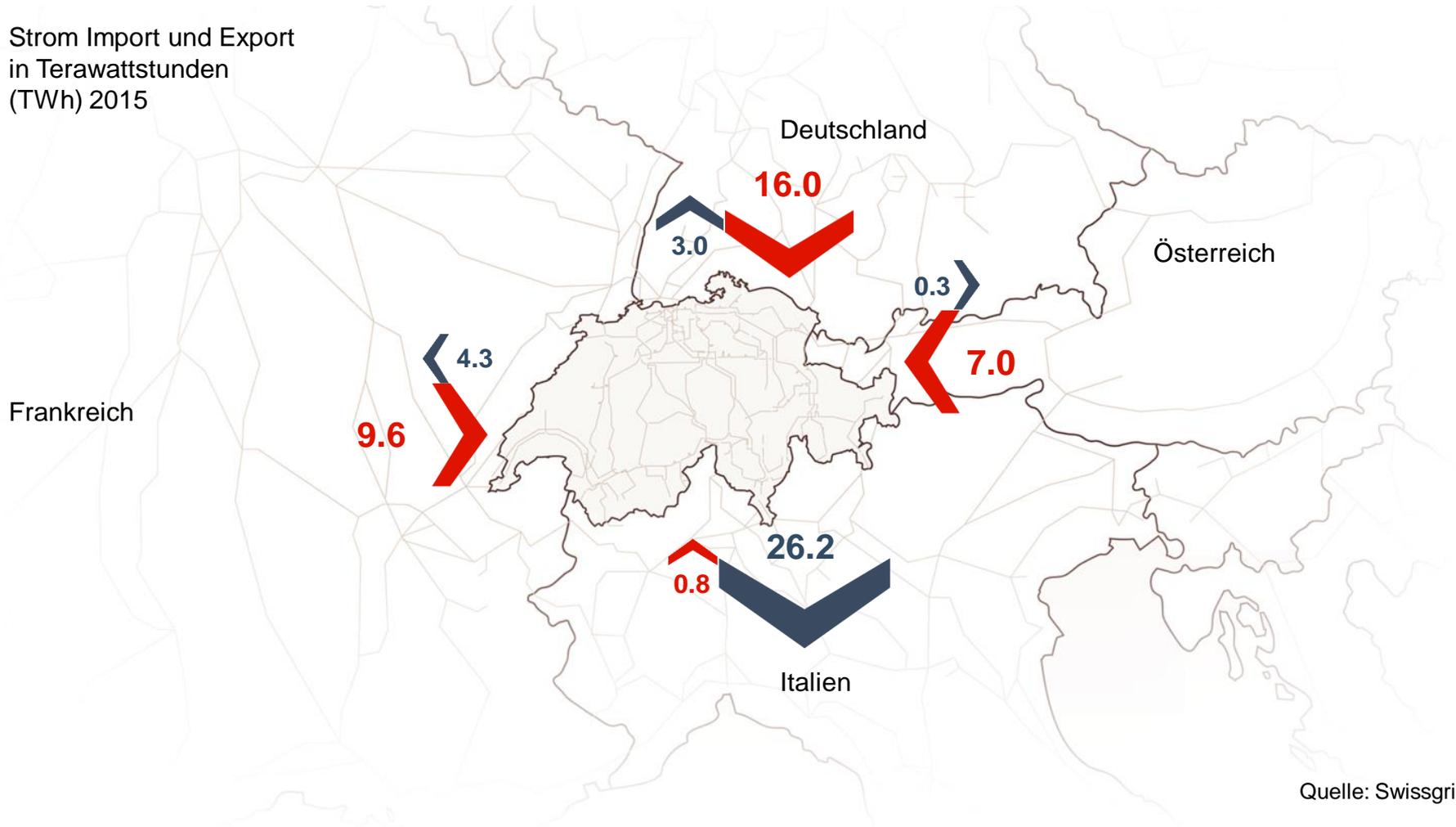
Eröffnung des
Standorts und
eines zweiten
Kontrollzentrums
in Prilly bei
Lausanne

Verbundnetz Europa

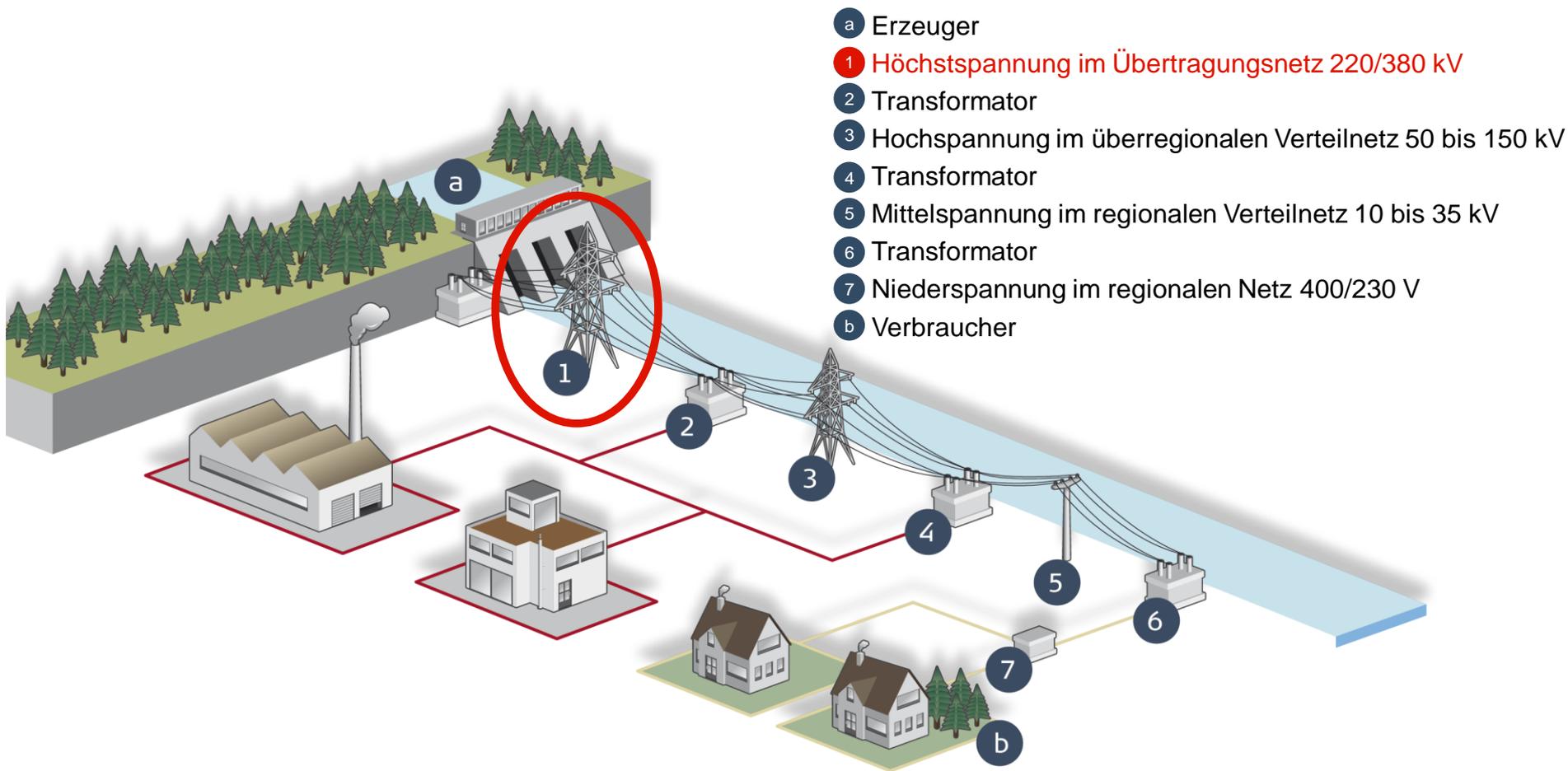


Schweizer Übertragungsnetz eng verknüpft mit Europa

Strom Import und Export
in Terawattstunden
(TWh) 2015



Das Höchstspannungsnetz - Bindeglied zwischen Produktion und Verbrauch

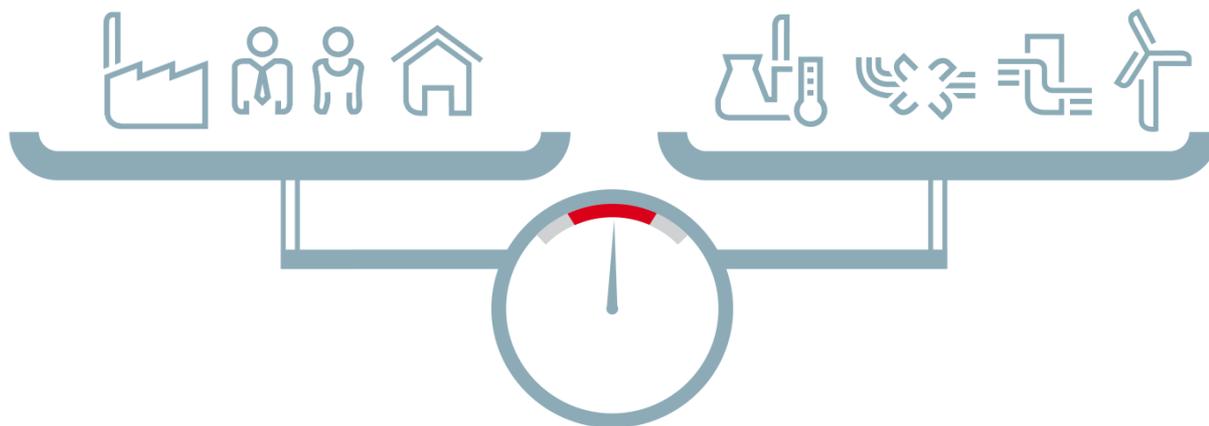


Vorbeugende Massnahme: Die n-1 Sicherheitsregel



Das A und O einer sicheren Stromversorgung: Stabilität und Kontinuität

50 Hz



Bei Netzzunter- oder Netzüberlast werden Sofortmassnahmen eingeleitet, um Ausgleich zu schaffen

- » Herstellung des Gleichgewichts zwischen Produktion und Verbrauch
- » Konsequente Einhaltung der Frequenz von 50 Hertz

01

Swissgrid im Dienste der Schweiz und des europäischen Übertragungsnetzes

02

Blackout, was ist das?

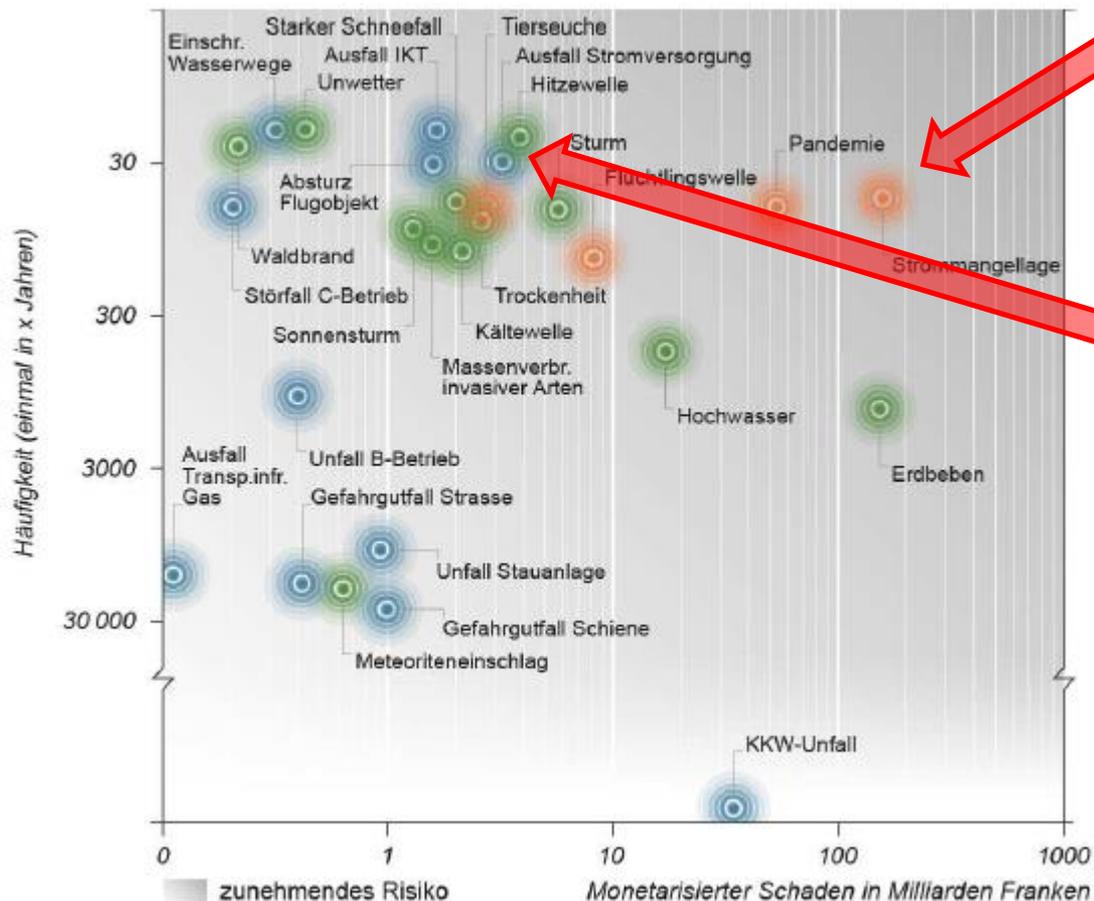
03

Wo lauern die Risiken und Gefahren?

04

Netzwiederaufbau

Katastrophen und Notlagen Schweiz – Technischer Risikobericht 2015, BABS



Strommangel:

(LVG Art. 28)

«Schwerwiegende Versorgungskrise, welche die Wirtschaft nicht aus eigener Kraft überwinden kann.»

Stromausfall:

Ausfall der Versorgung mit elektrischer Energie aufgrund unterbrochener oder beschädigter Stromleitungen, Transformatoren oder Verteilknoten.

Blackout:

Stromversorgung in einem Netz ist vollständig zusammengebrochen.

Blackouts und Mangellagen

- » 2000-2001 Energiekrise Kalifornien
- » 14.-15.08.2003 Nordosten USA und Kanada, Blackout nach Kraftwerksausfall
- » 28.09.2003 Italien Blackout
- » 25.11.-03.12.2005 Münsterland Deutschland, Schneechaos und Stromnotstand
- » 22.06.2005 Blackout SBB
- » 04.11.2006 Netzauftrennung Europa nach Schiffsdurchfahrt in Papenburg
- » 2007 Beginn Energiekrise Südafrika
- » 11.03.2011 Energieengpass Japan nach Tsunami
- » 12.07.2014 Athen, Stromausfall nach Spannungskollaps
- » 27.03.2015 Amsterdam
- » 31.03.2015 Türkei, Trennung vom europäischen Verbundnetz und Blackout
- » 23.01.2016 Blackout im Nordwesten des Kantons Luzern
- » 27.04.2016 In der Stadt Zürich stehen die Trams still
- » 02.05.2016 Genfer Stadtzentrum zum Wochenbeginn ohne Strom

- 01 Swissgrid im Dienste der Schweiz und dem europäischen Übertragungsnetz
- 02 Blackout, was ist das?
- 03 Wo lauern die Risiken und Gefahren?**
- 04 Netzwiederaufbau

Die 3 Hauptursachen für einen Blackout

» Technische Störung

- » Materialdefekte, Einflüsse von aussen
- » Fehlverhalten des Personals

» Marktversagen

- » Veränderungen des Marktes, Mangellage
- » Ausnutzung der Marktregeln

» Cyberangriff

- » Sabotage
- » Systemfehler

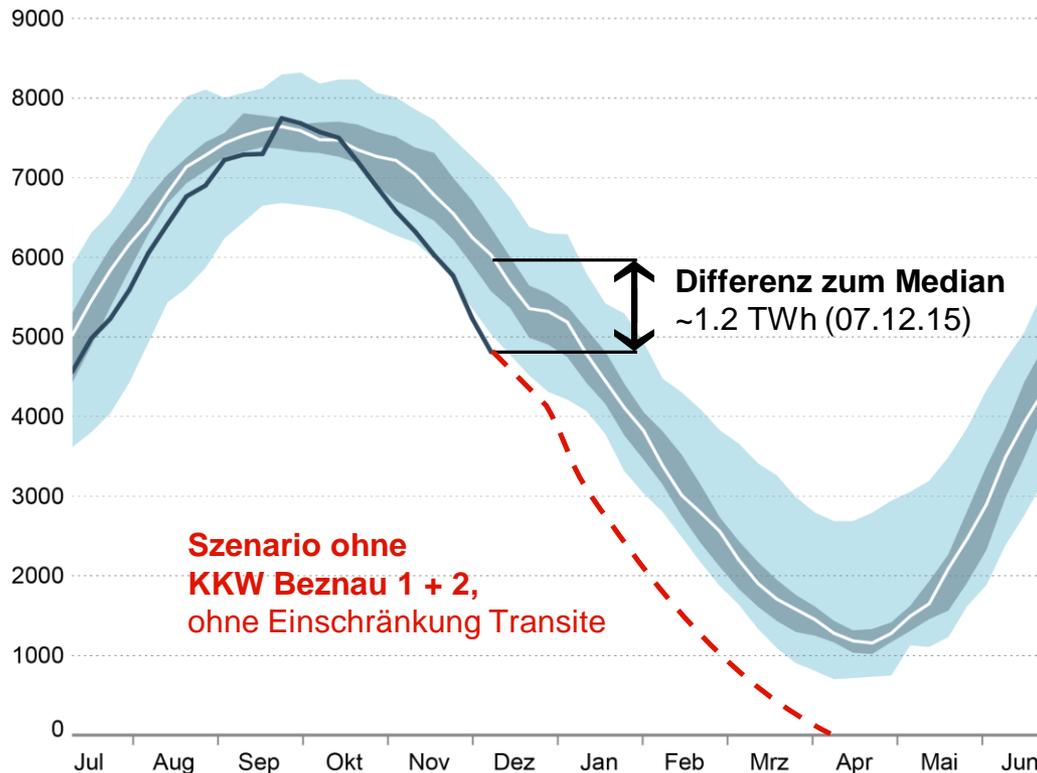


Naturereignis: Strommast nach Lawinenniedergang



Anfang Dezember 2015 fehlte fast so viel Energie, wie das KKL in eineinhalb Monaten produziert

Füllstände Speicherseen
in GWh

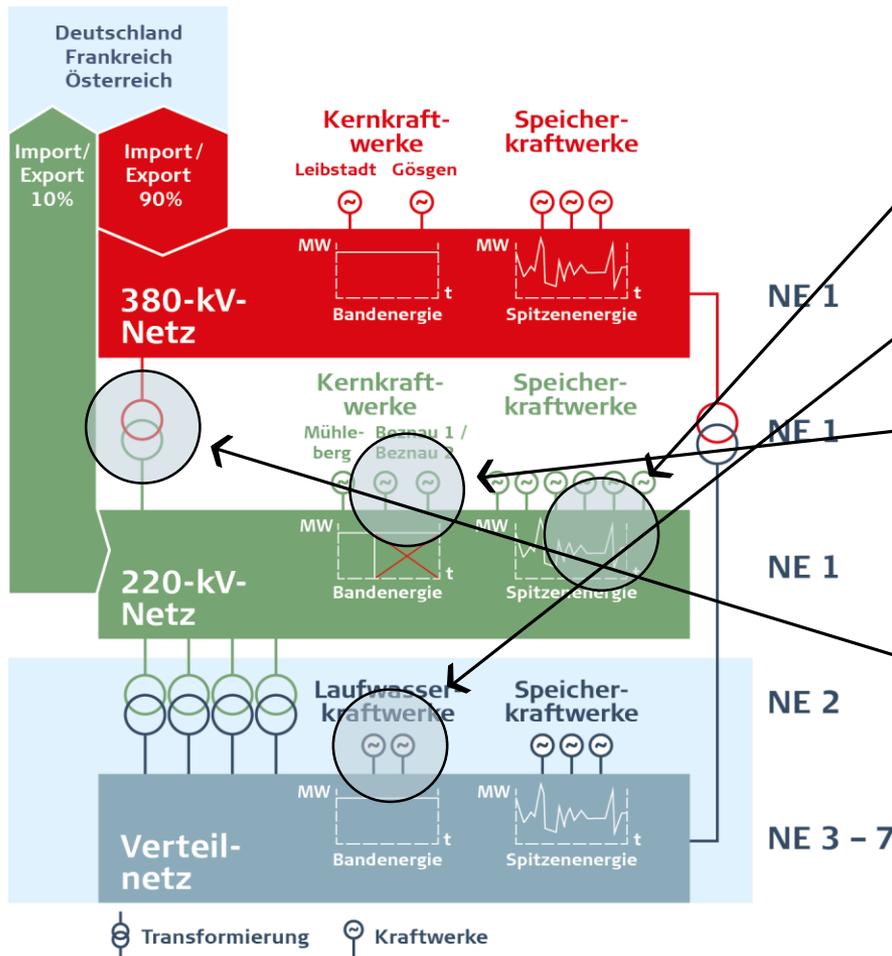


- Min-Max Vorjahre (ab 1997)
- Range 50% der Werte
- Median Vorjahre (ab 1997)
- Werte BFE 2015/2016
- Szenario Stand 7.12.2015

Szenario ohne KKW Beznau 1 + 2, ohne Einschränkung Transite

Differenz zum Median ~1.2 TWh (07.12.15)

Angespannte Energie- und Netzsituation im Winter 2015/16



Ausgangslage November 2015

- » Speicherseen unterdurchschnittlich gefüllt
- » Viel Redispatch-Einsatz belastet Reserven
- » Laufwasserproduktion liegt unter langjährigem Mittelwert (100 MW)
- » KKW Bezau I bis Juli 2016 nicht am Netz (360 MW)
- » KKW Bezau II bis 23.12.2015 nicht am Netz (360 MW)
- » Transformatorleistung 380/220 kV ist begrenzt
- » Transformatoren sind oft an der Belastungsgrenze

Herausforderung

Markt und Physik bilden keine Einheit

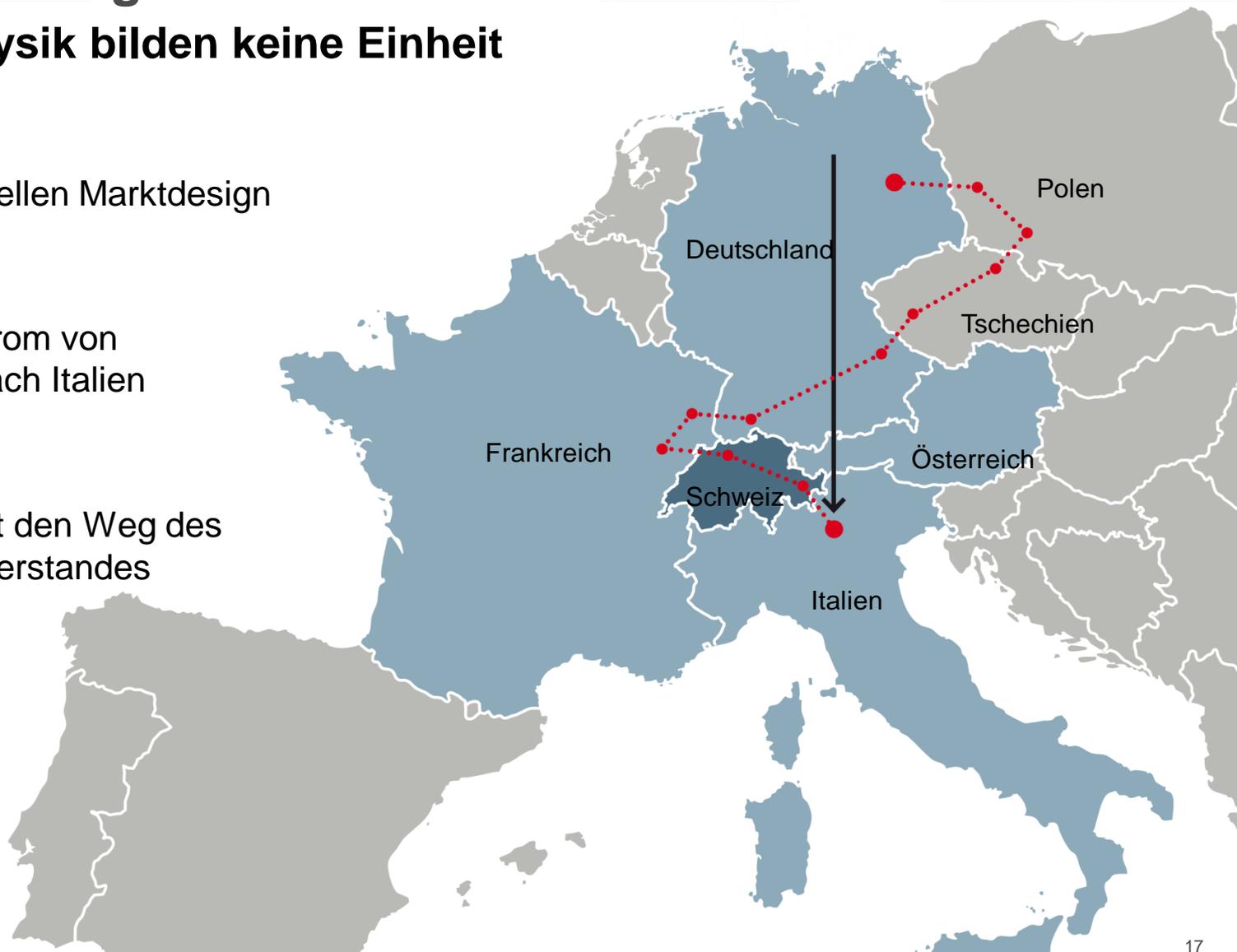
Loopflows im aktuellen Marktdesign

■ Markt

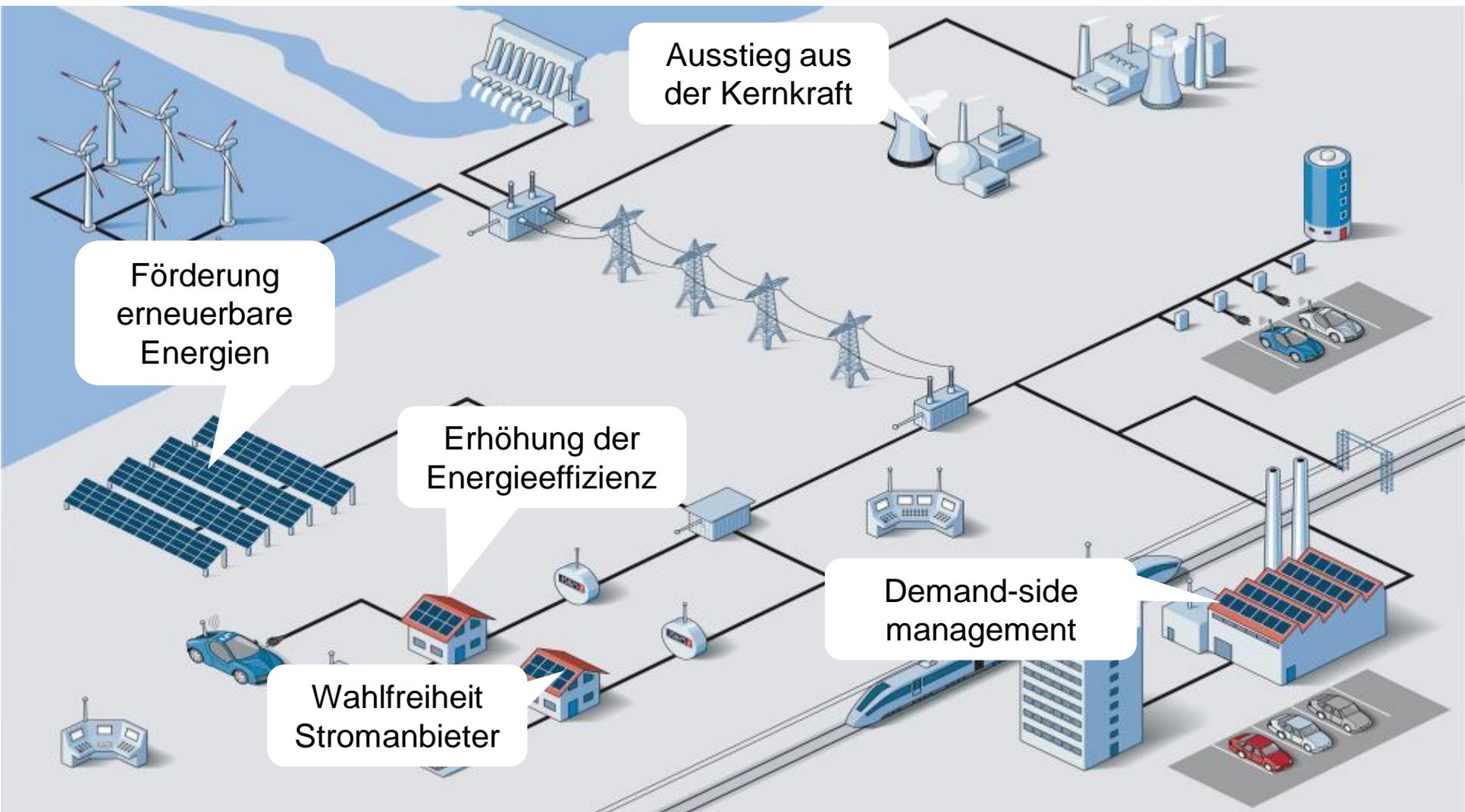
Verkauf von Strom von Deutschland nach Italien

■ Physik

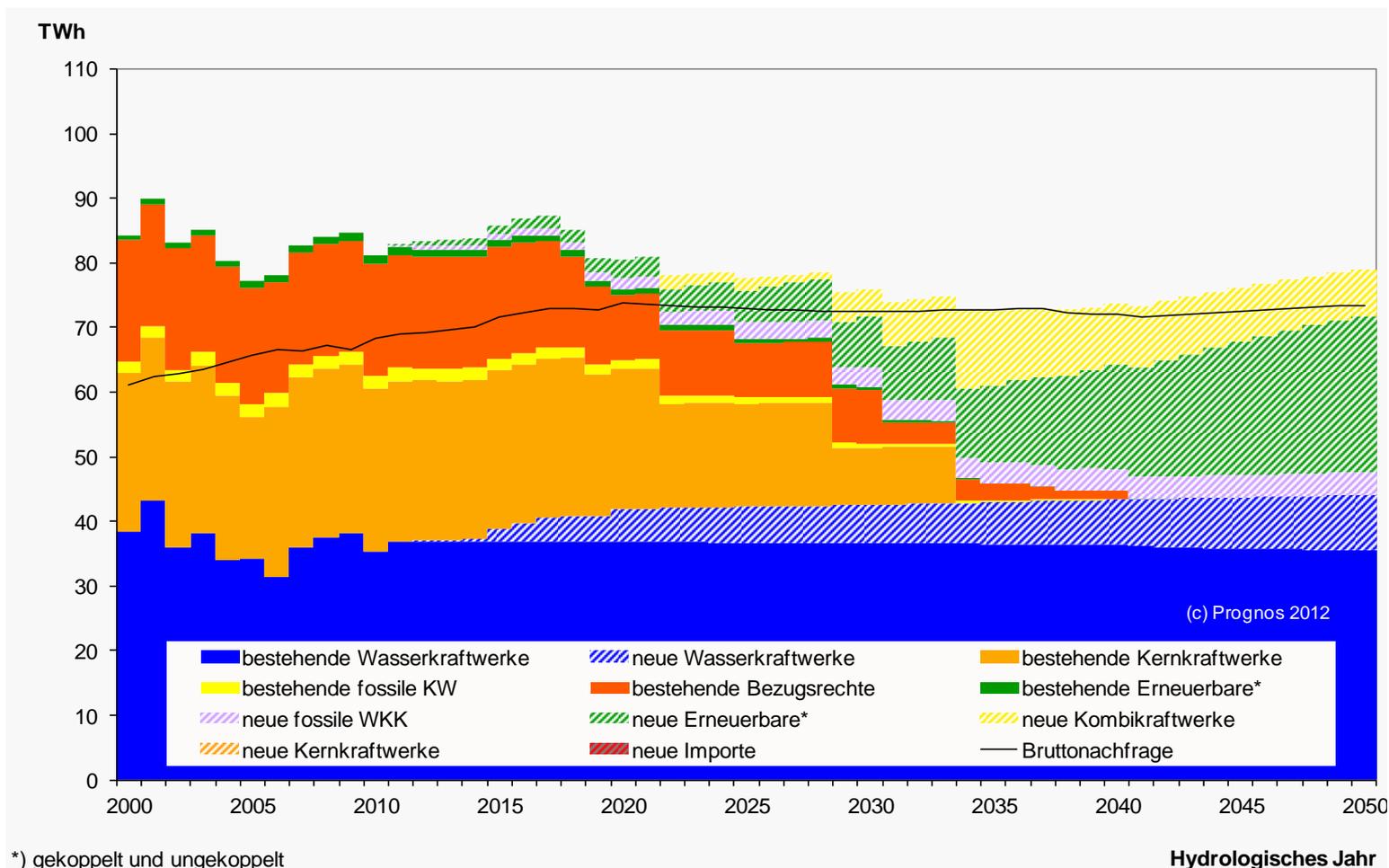
Stromfluss geht den Weg des geringsten Widerstandes



Herausforderungen neue Marktteilnehmer



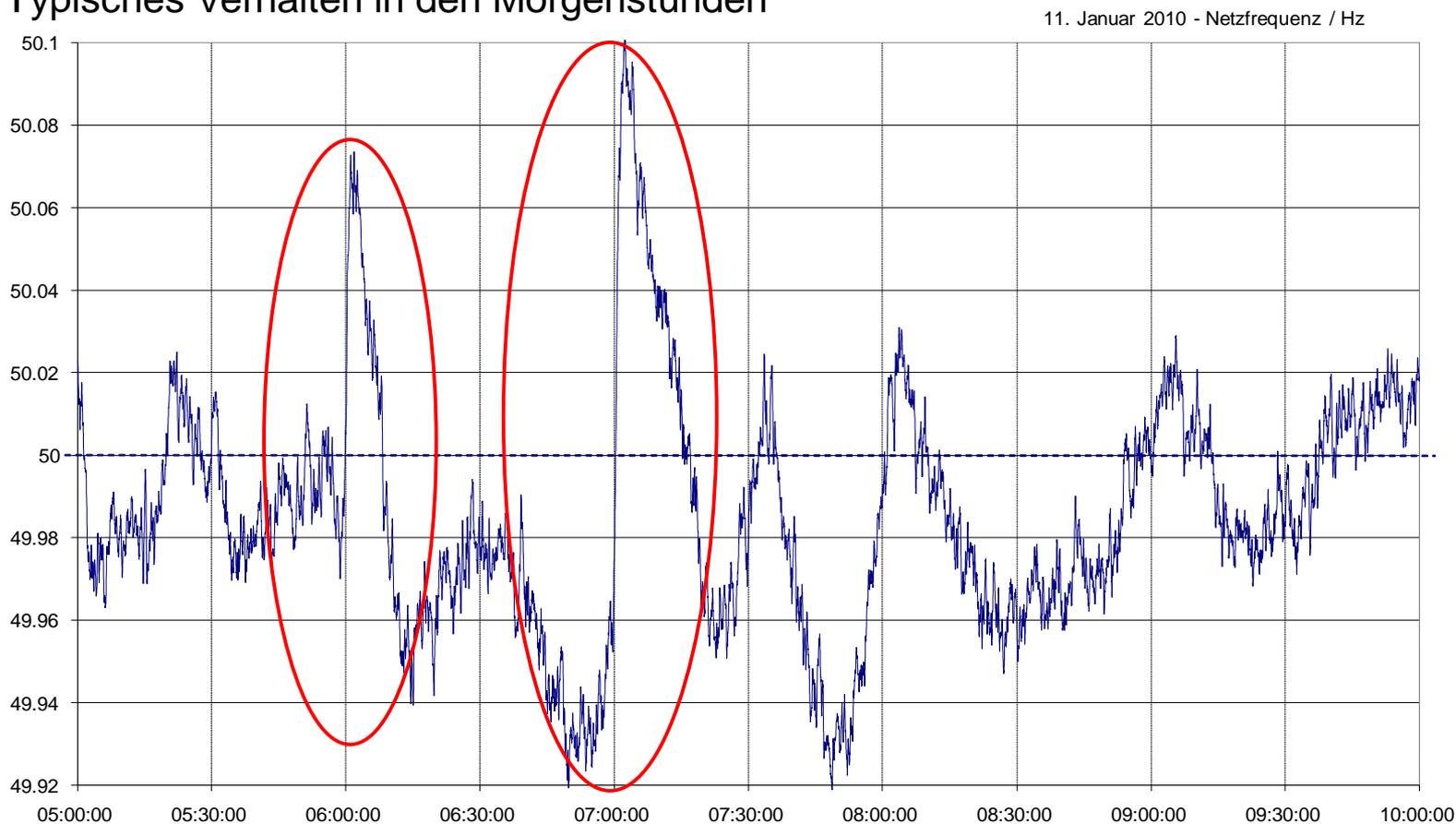
Anspruchsvolle Ausgangslage: Neue Produktionsmuster mit der Energiestrategie 2050



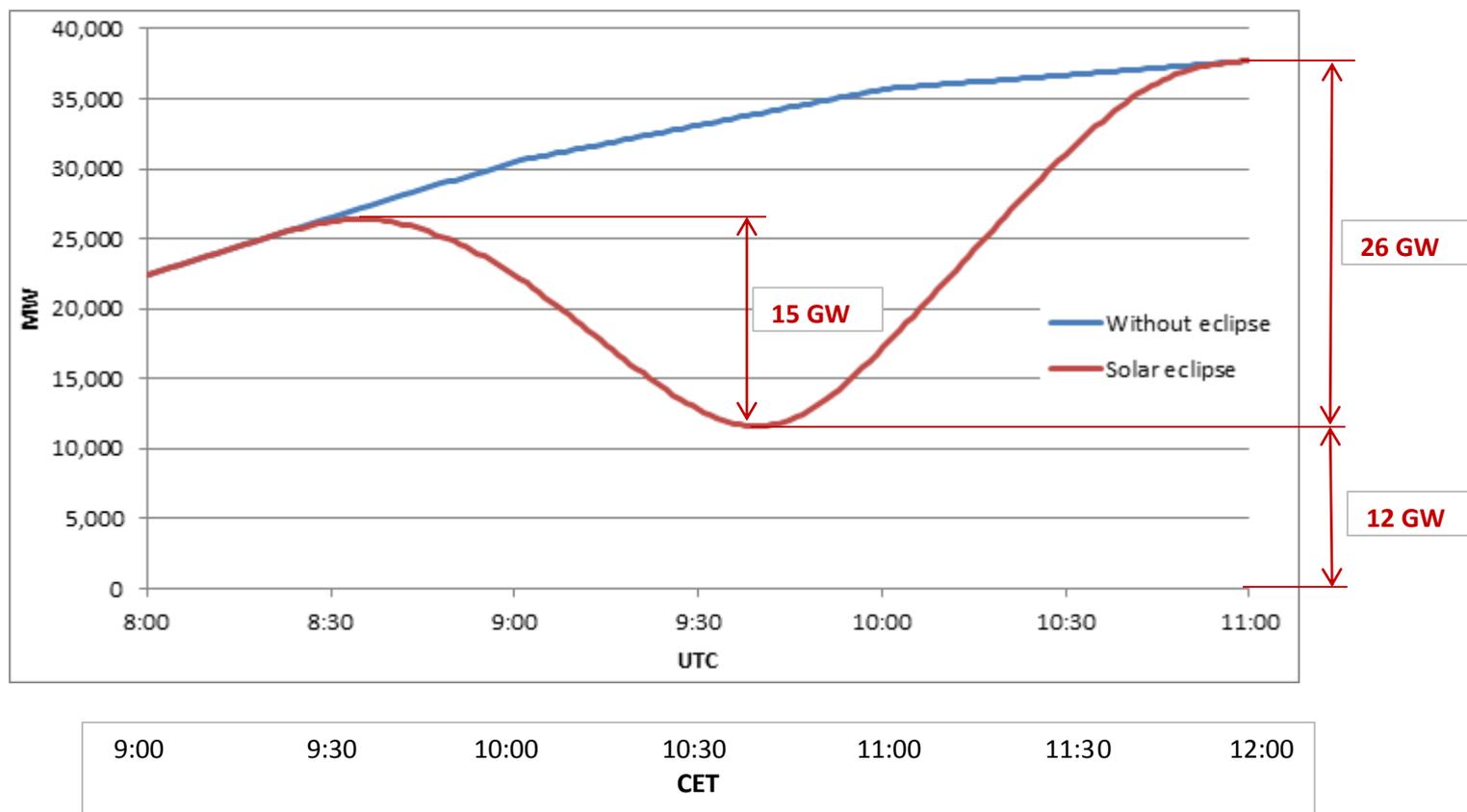
*) gekoppelt und ungekoppelt

Gefährliche Entwicklung der Frequenzabweichungen, bei 50.2 Hz schalten viele PV Anlagen ab

Typisches Verhalten in den Morgenstunden



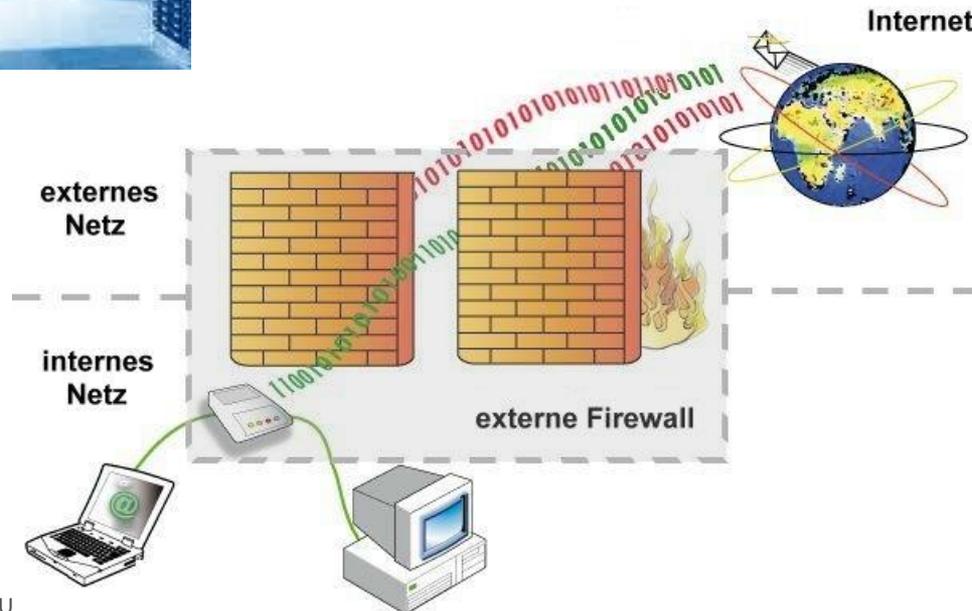
Beispiel aktueller Auswirkungen – Sonnenkraft Sonnenfinsternis vom 20. März 2015



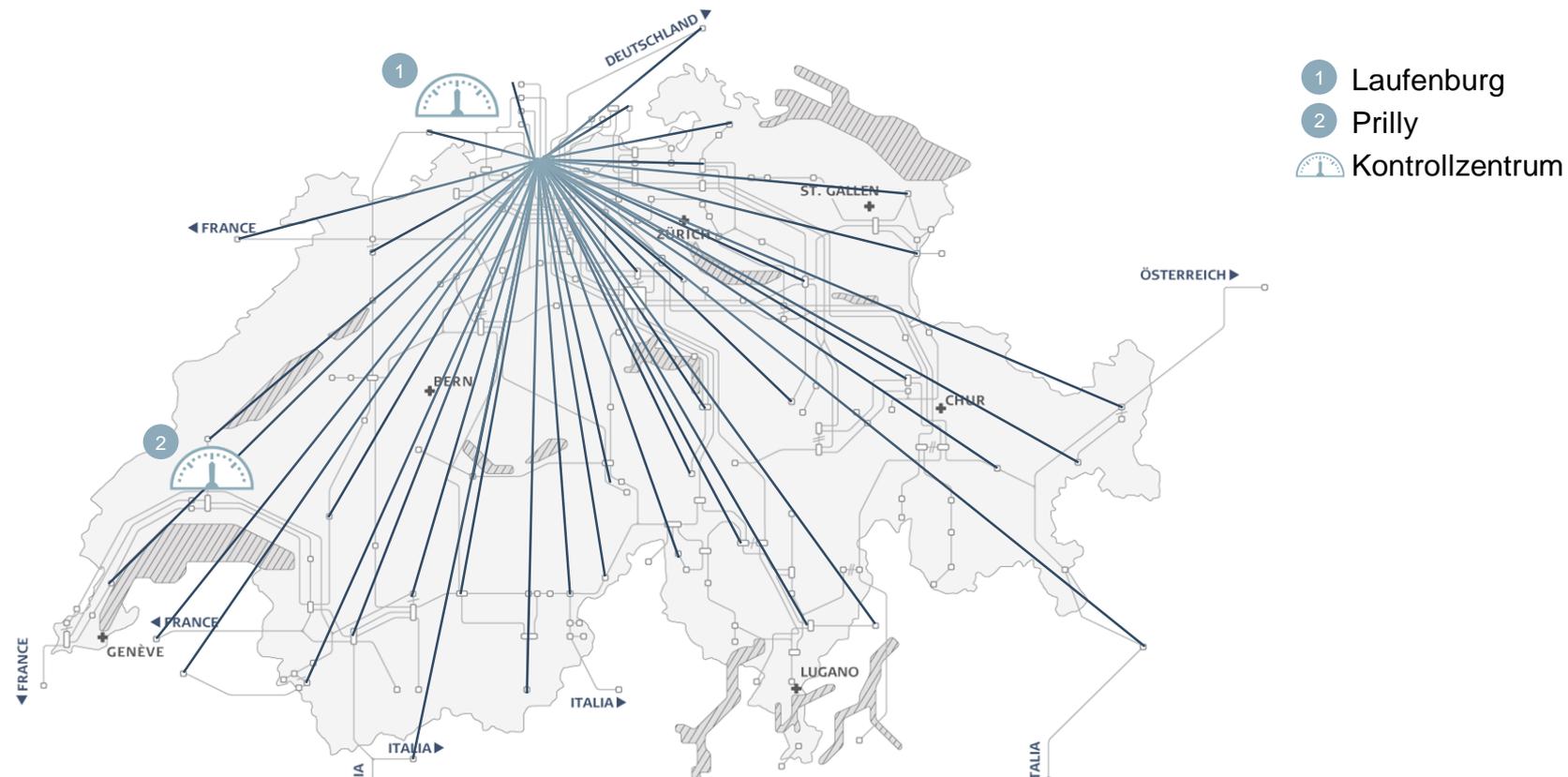
Risiken bei Frequenzabweichungen

- » Durch grosse Produktionsveränderungen kommt es beim Stundenwechsel zu Frequenzschwankungen
- » Viele PV Anlagen schalten automatisch bei 50.2 Hz ab
- » Beim Erreichen von Frequenzgrenzen kommt es zur Abschaltung von signifikanten Anteilen von Erzeugerleistung
- » Es kann zur Aktivierung des Unterfrequenzlastabwurfs kommen
- » In ungünstigen Situationen kann es bis zum totalen Netzzusammenbruch kommen

Alles ist vernetzt und dadurch steigt die Gefahr des Eindringens



Swissgrid führt eine zentrale Netzsteuerung ein



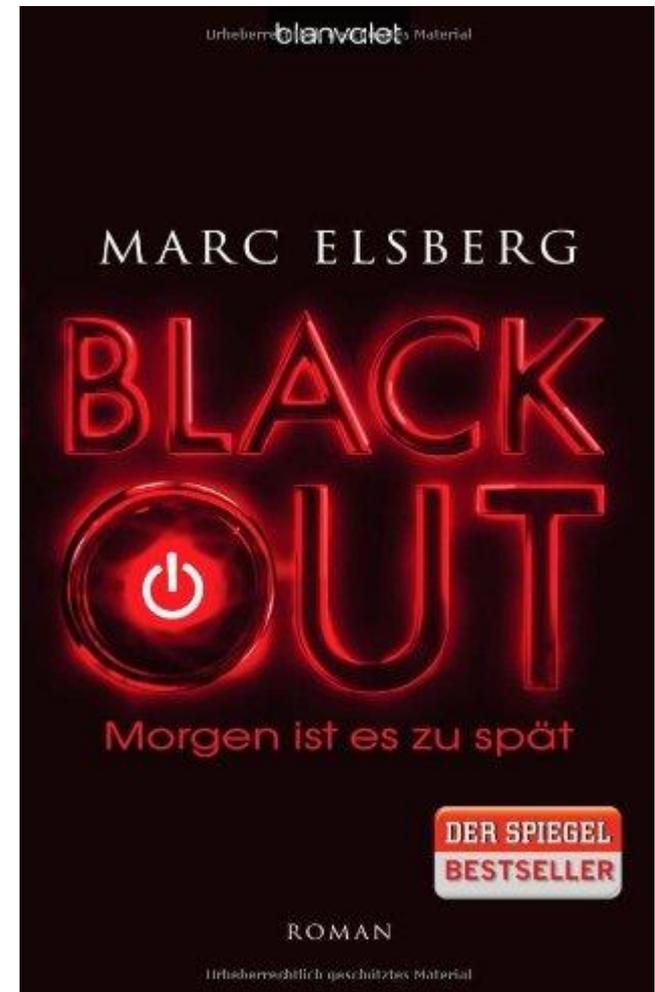
- 1 Laufenburg
- 2 Prilly
-  Kontrollzentrum

- » Einführung eines neuen Leitsystems für eine direkte Steuerung der rund 140 Schaltanlagen von Laufenburg und später auch von Prilly aus
- » Erhöhung des Automatisierungsgrades und der Leistung des Netzbetriebs und damit der Effizienz

- 01 Swissgrid im Dienste der Schweiz und des europäischen Übertragungsnetzes
- 02 Blackout, was ist das?
- 03 Wo lauern die Risiken und Gefahren?
- 04 Netzwiederaufbau**

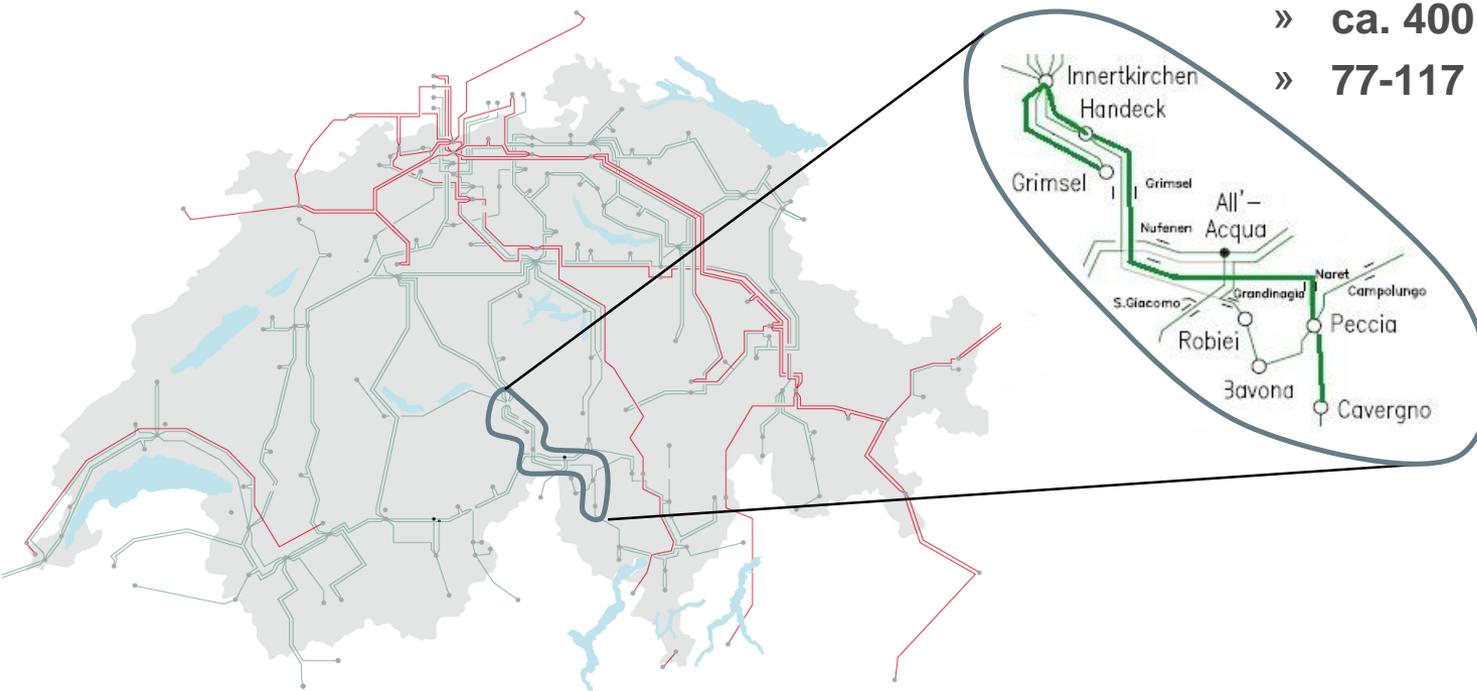
Dauer eines Netzwiederaufbaus nach einem Blackout

- » Beginn des Aufbaus nach 45 Minuten
- » Vorbereitung des Aufbaus 2-4 Stunden für die Erstellung der Grundschaltung und Kraftwerksvorbereitung
- » Versorgungswiederherstellung von 40-50% nach 4-6 Stunden
- » Versorgungswiederherstellung von 80% nach ca. 12 Stunden
- » Minimaler Ausfall in jedem Fall 4 Stunden
- » Aufbau der Versorgung in Italien nach dem Blackout am 28.09.2003 mit Spannungsvorgabe ab der Schweiz dauerte 12 Stunden

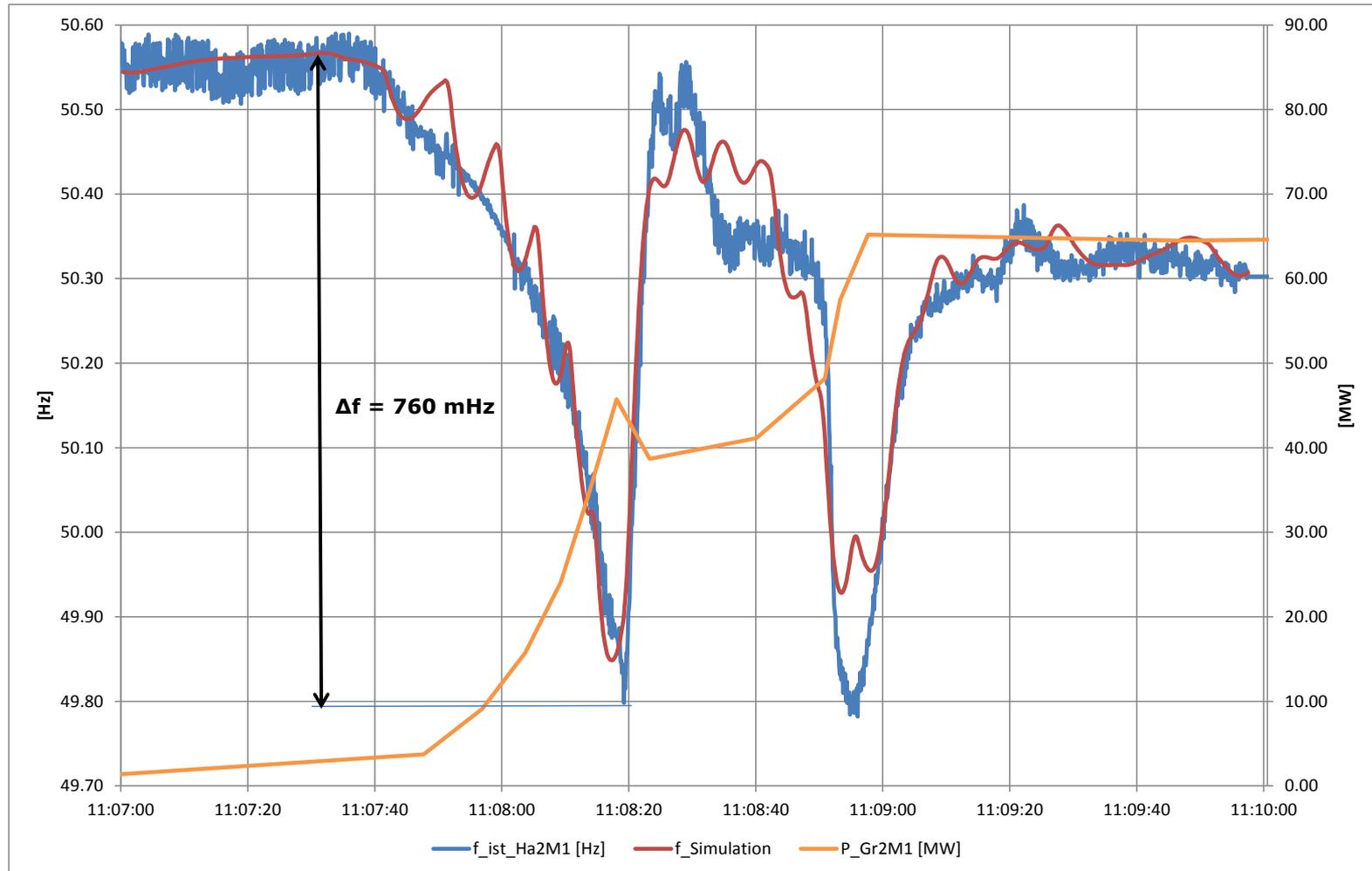


Netzwiederaufbau Simulationsberechnungen, Versuche Inselbetrieb

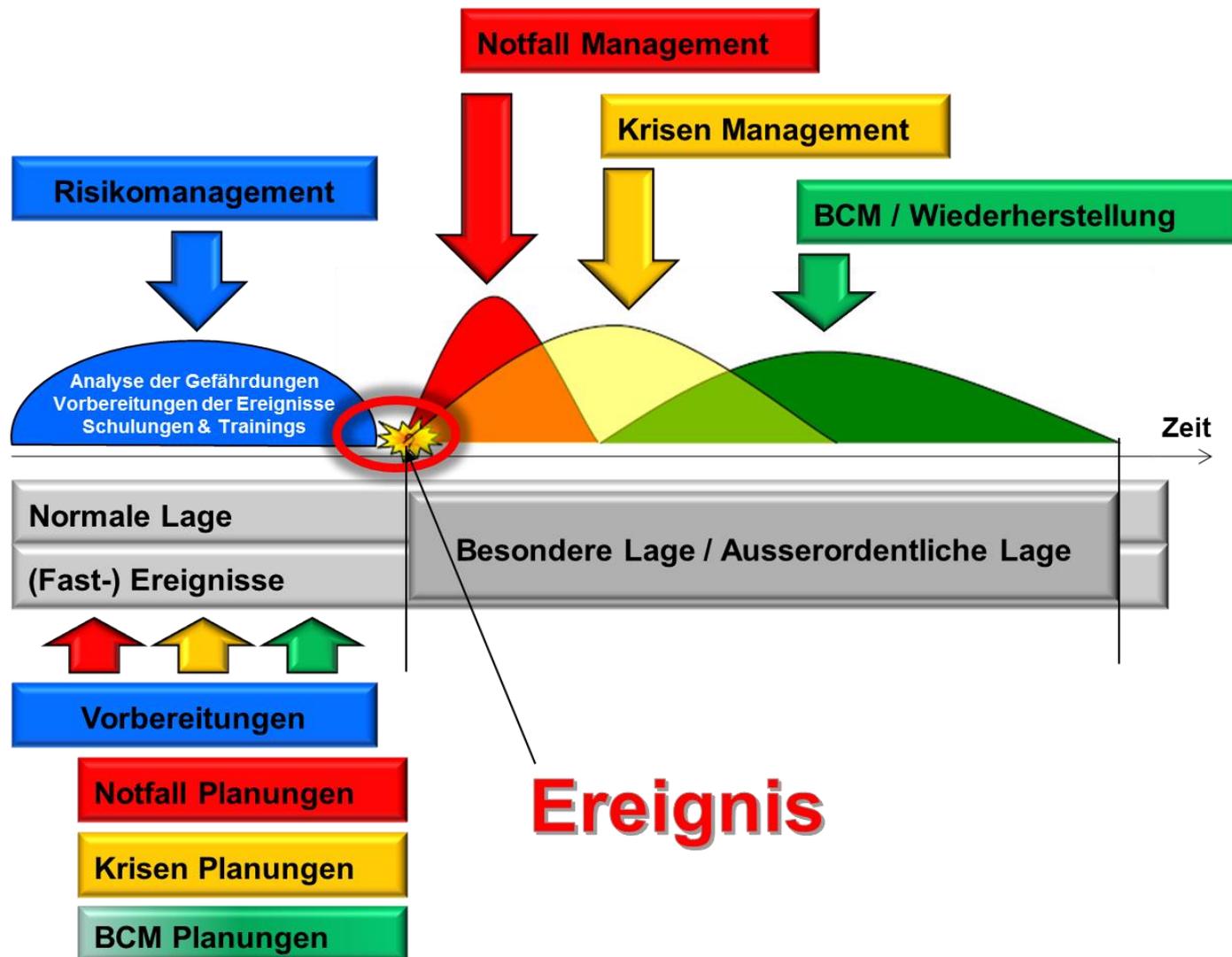
- » 90 km 220-kV-Leitungen
- » ca. 400 MVA Erzeugung
- » 77-117 MW Last (Pumpen)



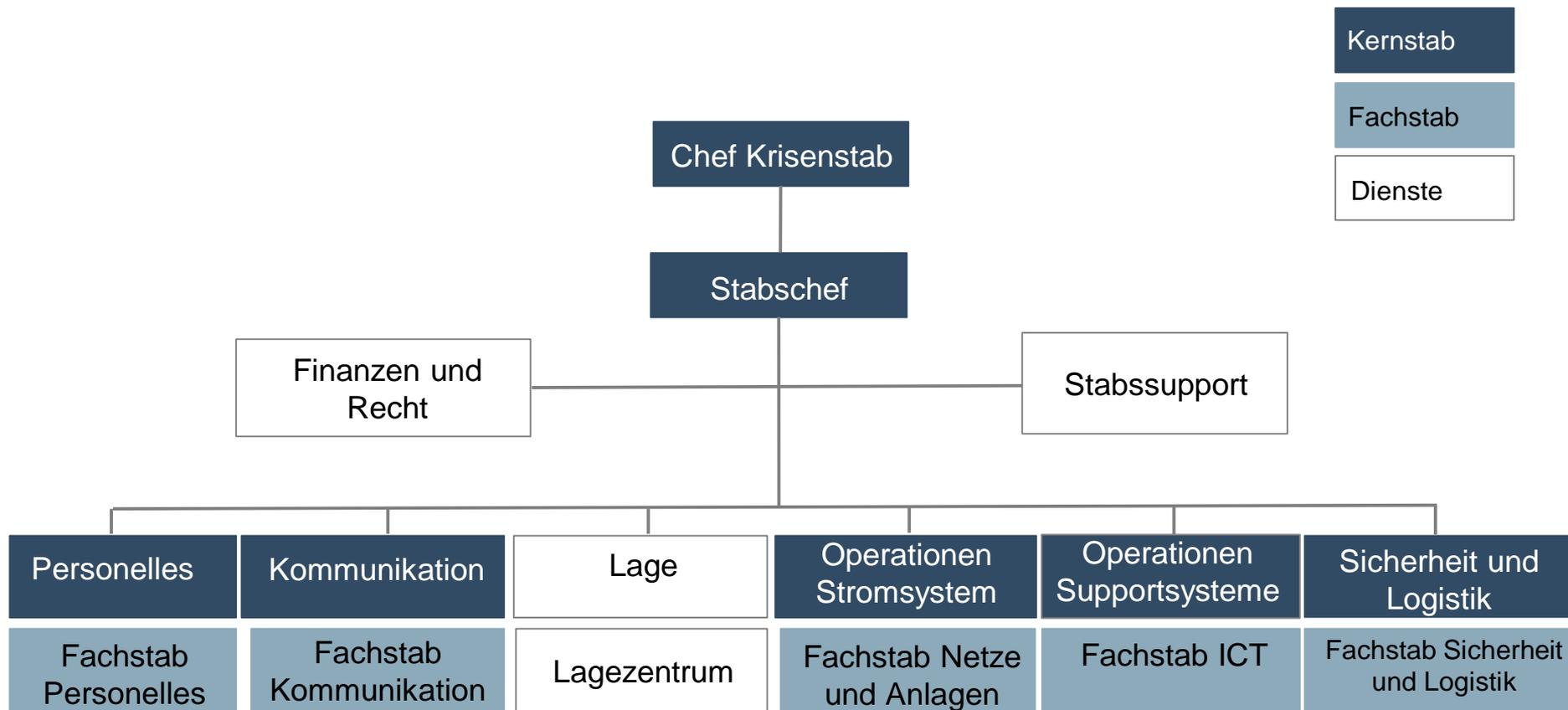
Ergebnisse Simulation - Versuch



Integriertes Risiko- und Krisenmanagement



Krisenstab der Swissgrid



Fazit:

Der Betrieb des Netzes wird immer anspruchsvoller

- » Grosse Produzenten von Bandenergie sollen wegfallen und zum Teil durch volatile Produktionen ersetzt werden.
- » Die Prognosen der neuen Erzeugungsanlagen aus Sonne und Wind werden schwieriger.
- » Die fluktuierende Einspeisung von Stromproduktion aus erneuerbaren Energien stellt hohe Anforderungen an Netzbetrieb und Energiehaushalt.
- » Flexibilität wird in Zukunft auch von den Verbrauchern verlangt werden.
- » Der Ausgleich zwischen Produktion und Verbrauch ist noch stärker auf den Einsatz von Speichern angewiesen.
- » Die Schweiz hat mit ihren hydraulischen Pumpspeicherkraftwerken ein grosses Potential an Speicher- und Ausgleichsmöglichkeiten.
- » Die Bewirtschaftung der grossen Speicherkraftwerke bedingt ein leistungsfähiges Netz.
- » Das Schweizer Übertragungsnetz weist bereits heute eine hohe Auslastung auf.
- » Die Zunahme von Frequenzschwankungen erfordert hohe Aufmerksamkeit von den Betreibern des Netzes.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**