

# Blackout was dann?

Netzwiederaufbau in  
fünf Minuten

Julius Bosch, Michael Imobersteg,  
Gian-Marco Vincenz





# Ablauf

- ① **Vortrag (ca. 15 min.)**
- ② **Marktstände (freie Zirkulation)**
  - Fragen und Detailinfos**
  - Video vom Feldtest (ca. 4 min.)**
  - Simulator**

# Die Angst vor dem Blackout

Dass wir in der Schweiz zu wenig Strom haben, ist keine diffuse Angst. Der Ausstieg aus der Atomenergie ist beschlossen, gleichzeitig braucht die Schweiz mehr Strom. Was tun?

## Franzosen hamstern Kerzen – bedroht ein Strom-Blackout in Frankreich auch die Schweiz?

Stefan Brändle, Paris - zuletzt aktualisiert am 01.12.2022 16:36 ⓘ 01.12.2022



*Die Lage im Nachbarland ist ernst, die Regierung in Paris stellt die Bevölkerung auf Unterbreitung ein. Auch in der Schweiz, wo im Winter Hunderttausende Wohnungen mit Strom aus Frankreich versorgt werden, besteht Grund zur Sorge.*

Neue Zürcher Zeitung

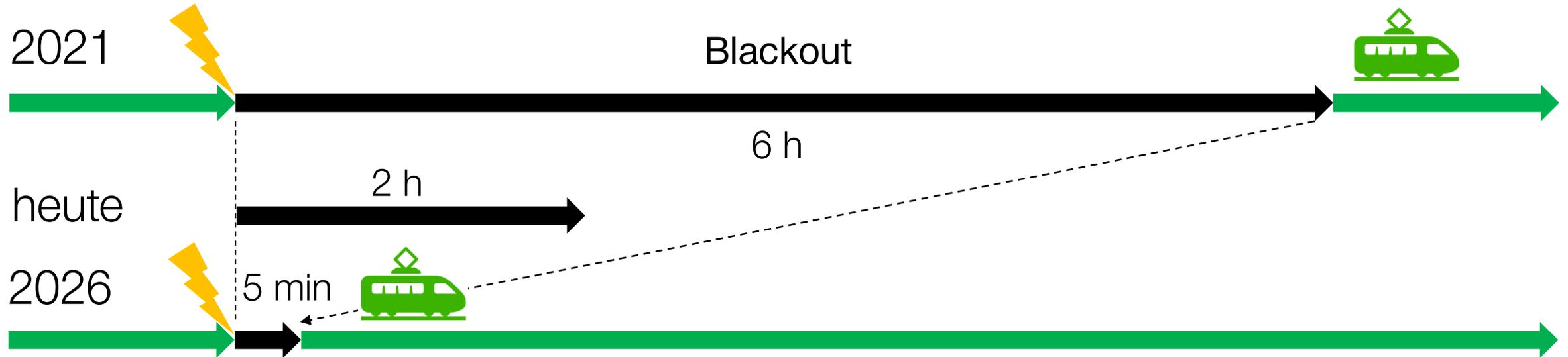
## Ein längeres Blackout hätte katastrophale Folgen – doch undenkbar ist es nicht

Eine Welt ohne Elektrizität können wir uns kaum vorstellen. Doch das Szenario einer anhaltenden Strommangellage ist keineswegs abwegig. Und die Politik tut zu wenig, um es abzuwenden.



Blackout SBB 2005

# 5 Minuten

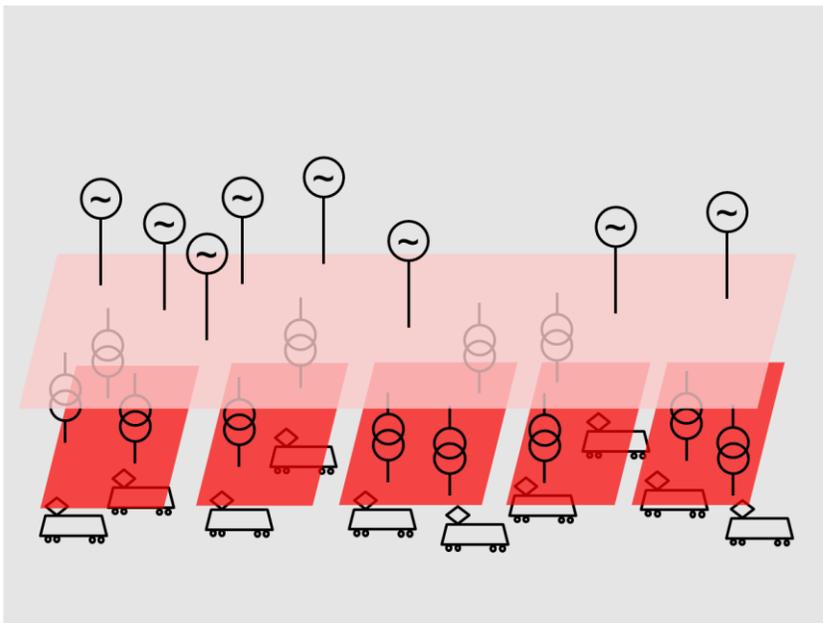


# Lösung

Konzept-  
vereinfachung

Schnellstartfunktion  
in Kraftwerken

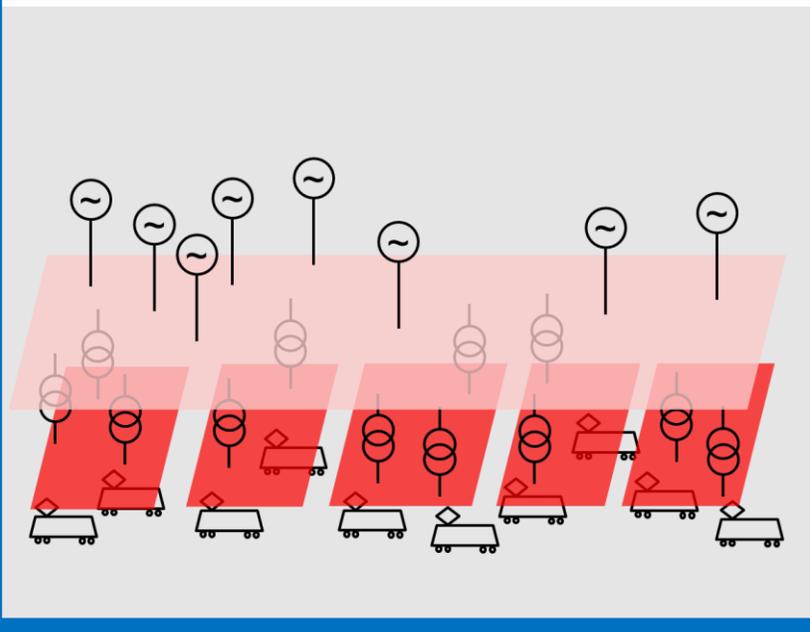
Automatisierung im  
Netzleitsystem



Simulationen & Feldtests

# Lösung

Konzept-  
vereinfachung



Schnellstartfunktion  
in Kraftwerken

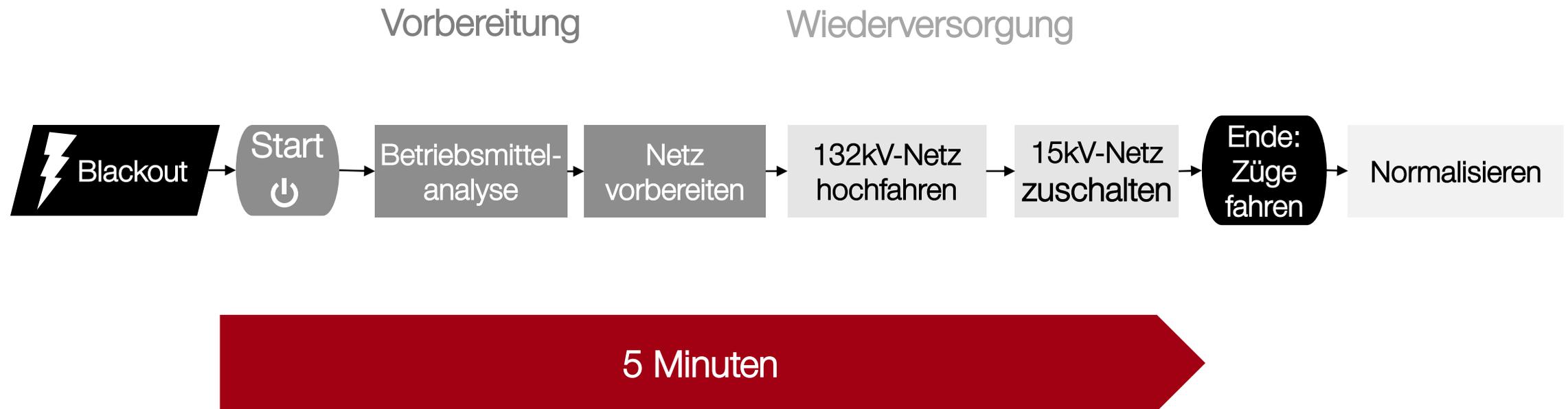


Automatisierung im  
Netzleitsystem



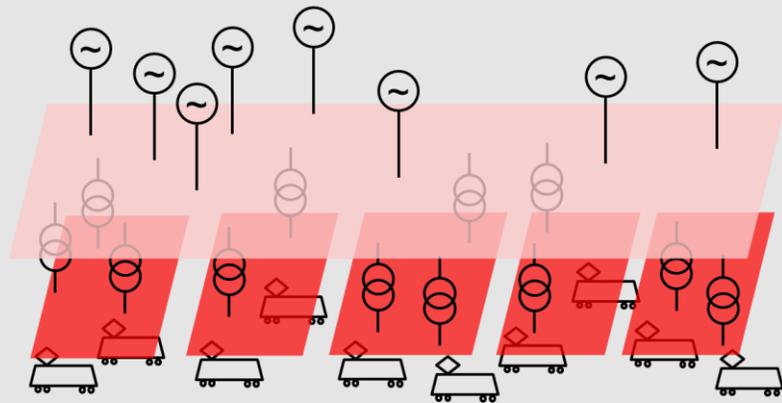
Simulationen & Feldtests

# Konzeptübersicht ultraschneller Netzwiederaufbau



# Lösung

Konzept-  
vereinfachung



Schnellstartfunktion  
in Kraftwerken

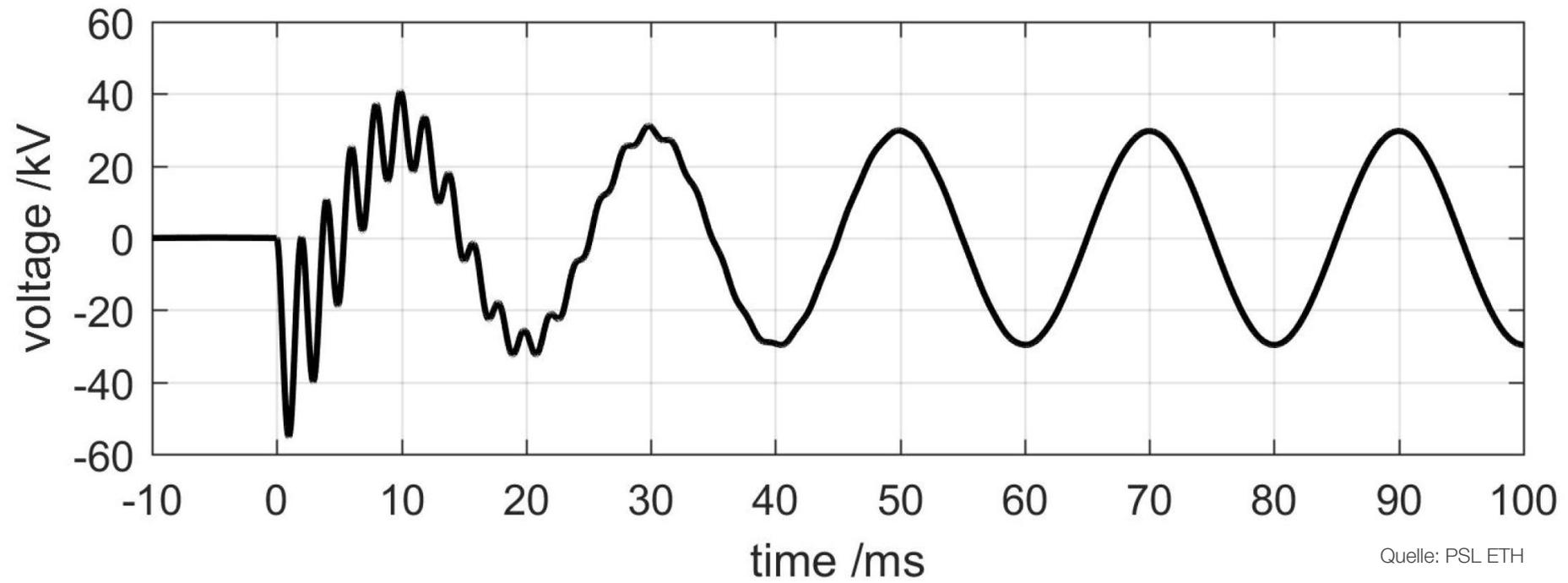


Automatisierung im  
Netzleitsystem



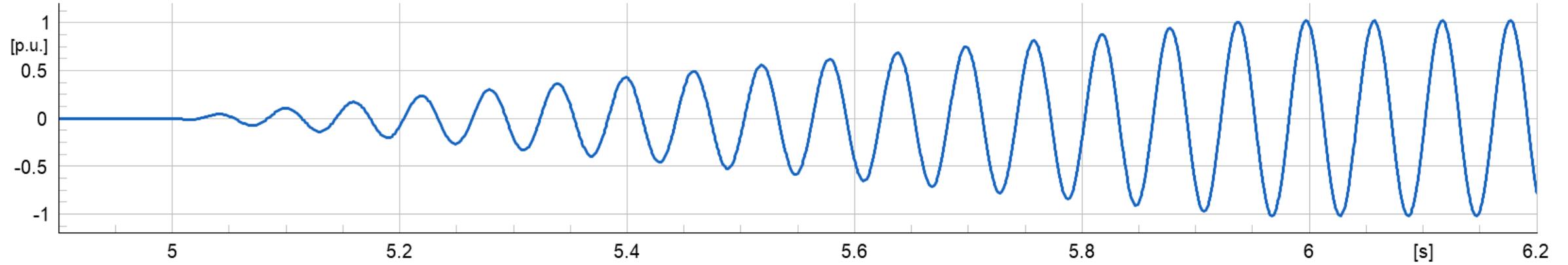
Simulationen & Feldtests

# Konventionelle Zuschaltung

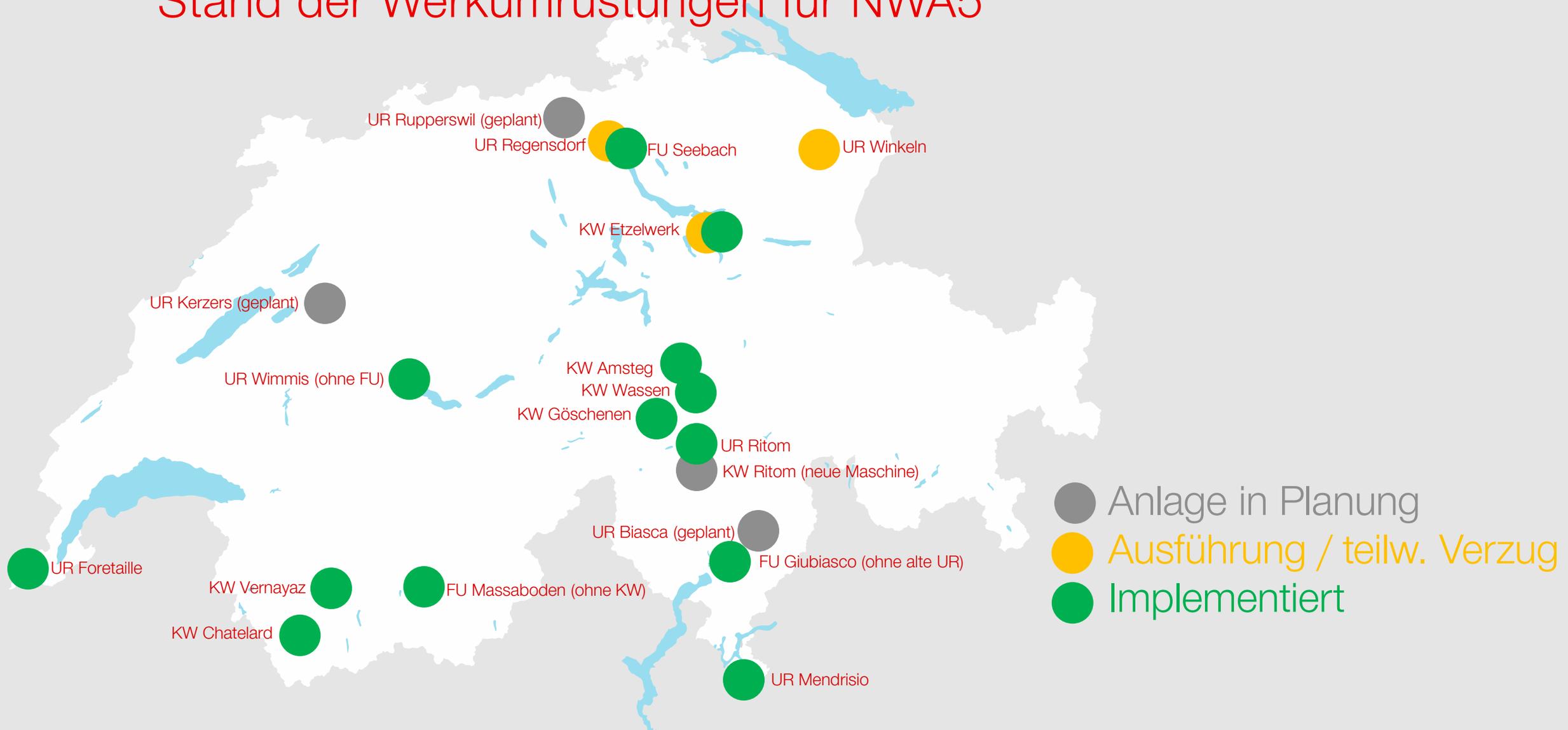




# Soft Schwarzstart

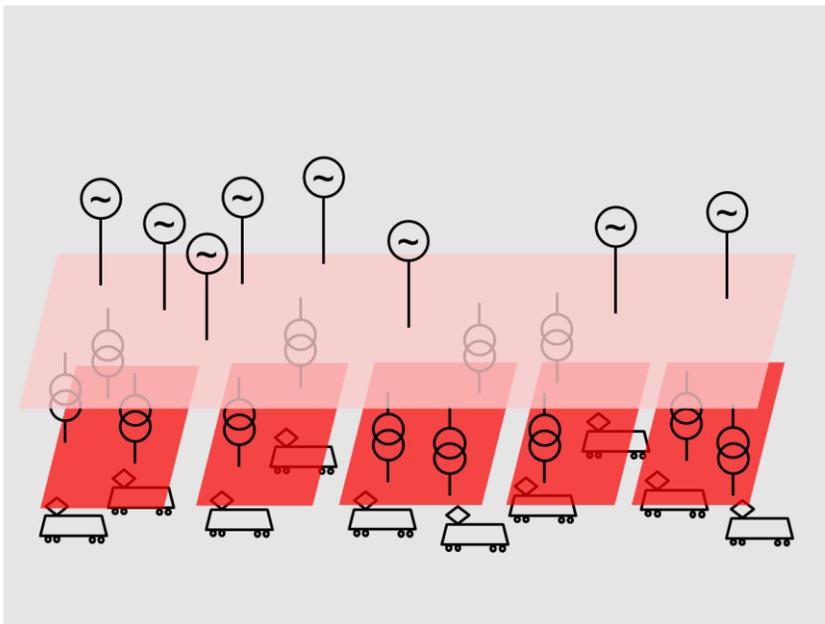


# Stand der Werkumrüstungen für NWA5'



# Lösung

## Konzept-vereinfachung



## Schnellstartfunktion in Kraftwerken



## Automatisierung im Netzleitsystem



## Simulationen & Feldtests

Init Notfall  
**INIT** **NOT-AUS**  
00:00 Prognose Restzeit: **00:00**  
 Teilnetzauswahl NWA-Gesamtfortschritt  
 laufende Funktion: NWA-Gesamtstatus

West Tessin Ost **Gesamt** **START** Fehler **NWA bereit** NWA abgebrochen  
 West+ Tessin+ Umschalt **NWA laeuft** NWA gestoppt **NWA beendet**

Ausgangszustand herstellen \* Trigger/Sequenz

Netz spannungslos schalten

**TG** Trennung Generatoren Fehler

**TF** Trennung Netzkupplungen Fehler

66-kV Netz vom 132-kV Netz trennen

**TKT** Trennung Kuppeltrafos 132-/66-kV Fehler

Ausgangszustand Oberspannungsnetz

**TFT** Trennung Fahrleitungstrafo Fehler

**SZO** Normschaltzustand Oberspannungsnetz Fehler

Ausgangszustand Fahrleitungsnetz

**EF** \* Erstellung Fahrleitungsinseln Fehler

Backbone-Netz

**BB** Erstelle Backbone-Netz Fehler

Wiederversorgung

Wiederversorgung Oberspannungsnetz

**SP** Spannungsfahrt Fehler

Aktueller Umrichter: -

**SE** Synchronisation Erzeuger Fehler

**ESU** Regelung Sollspannung Fehler

**EBB** Erweitere Backbone-Netz Fehler

66-kV Netz mit 132-kV Netz verbinden

**ZKT** Zuschaltung Kuppeltrafo Fehler

Zuschaltung Fahrleitungstrafo

**ZFO** Zuschaltung oberspannungsseitig Fehler

**ZFU** Zuschaltung unterspannungsseitig Fehler

Bilderauswahl Dialogauswahl

**RP-Wandbild** **Gesamtnetz**

**FL-Trafobild** **Lastflussprüfung aus**

**Werke** **Werte anzeigen**

Fahrleitungsinseln

Aktuell bearbeitete FL-Insel: 0 von insgesamt 0

**Zustandsdaten für Gesamtnetz**

Nicht verfügbare Erzeuger: 111 MW

Synchronisierte Erzeuger: 0 MW

**minimale Leistung**

Ersatztrafos: 52

Versorgte Trafos: 0

Versorgte Nennlast: 4 MW

Aktuelle Netzlast: 1 MW

NWA-Schaltungen

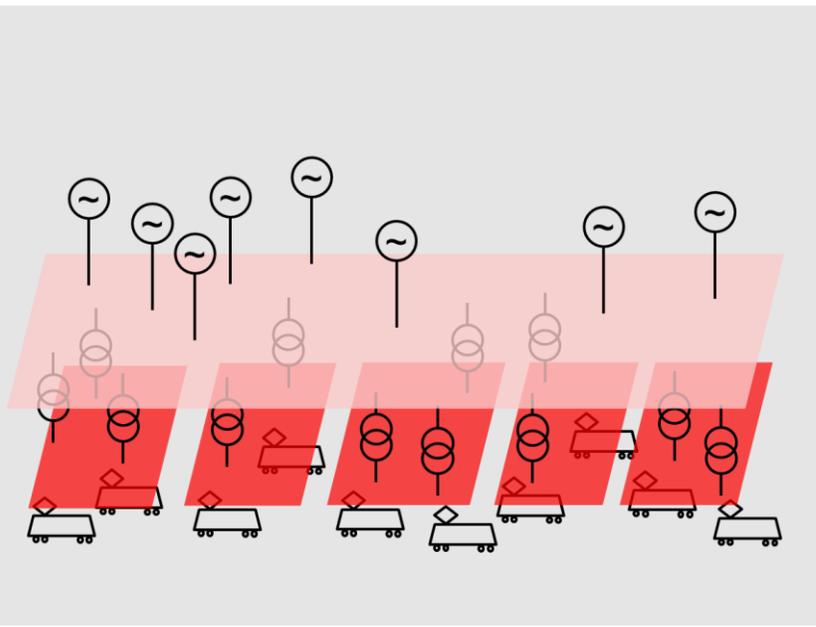
0 Geoeffnete LS

0 Geschlossene LS

0 FL-Trafos freigeschaltet

# Lösung

Konzept-  
vereinfachung



Schnellstartfunktion  
in Kraftwerken



Automatisierung im  
Netzleitsystem

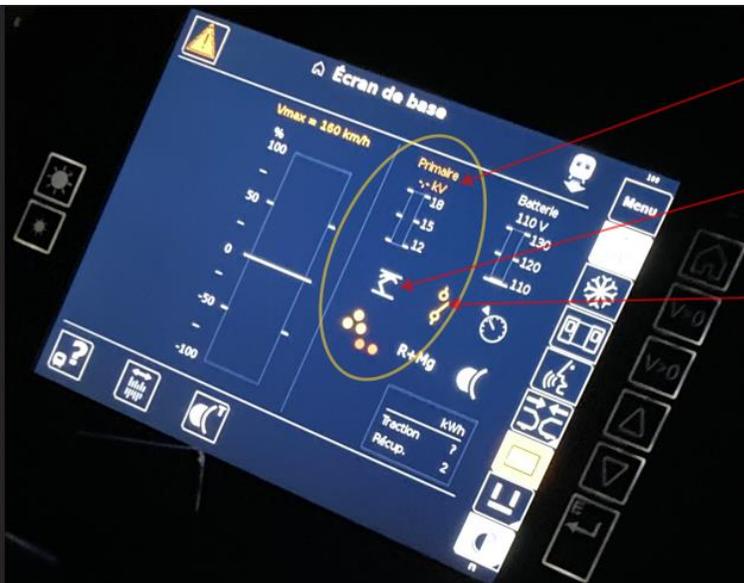


Simulationen & Feldtests



## Feldtest 2022 mit Triebfahrzeugen

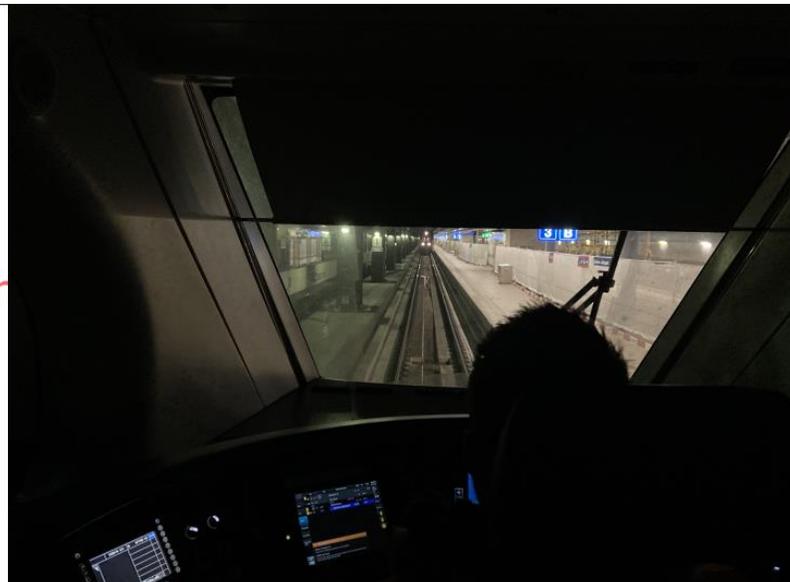
- Separatbetrieb zwischen Genf und Genf-Flughafen mit drei Triebfahrzeugen: 1x Re460, 2xFVDosto, in der Nacht
- Fragestellungen:
  - Triebfahrzeugverhalten nach einem Blackout
  - Einschaltverhalten der Fahrzeugtransformatoren
  - Messdaten zur Verifizierung der Modelle



Spannung

Pantograph

Hauptschalter





# Zusätzlicher Mehrwert

- Optimierte Bewirtschaftung des Netzes
- Bessere Prognose der Störungsdauer möglich



- Eintretenswahrscheinlichkeit eines Blackouts sinkt

PSIcontrol@[/10.181.3.59:6102] - operator workplace:3 screen:3

System Listen Protokolle Kataloge Schaltantrag-SFO Archive Bilder Info-NB Info-ANL Sonst HEO NR FSL AVOR

EMS\_NB:NWA\_Maschinenbild

Location	UR1	UR2	UR4	UR5
FORETAILLE	Fern	Fern		
WIMMIS	Fern	Fern	Fern	Fern
KERZERS	M Aus	M Aus		
RUPPERSWIL	M Aus	M Aus		
REGENSDORF	M Aus	M Aus		



# Mehrere wissenschaftliche Publikationen und Patentanmeldungen

## Ultrafast restoration after nationwide blackout: concept, principles & example of application

Dr. Julius Bosch  
SBB Energy  
Zollikofen (Bern)  
SWITZERLAND  
julius.bosch@sbb.ch

Dr. sc. ETH Josep Amiceto  
SBB Energy  
Zollikofen (Bern)  
SWITZERLAND  
josep.amiceto@sbb.ch

Ken P. Brunner  
SBB Energy  
Zollikofen (Bern)  
SWITZERLAND  
ken.brunner@sbb.ch

Valentina Alessia Grande  
SBB Energy  
Zollikofen (Bern)  
SWITZERLAND  
valentina.grande@sbb.ch

**Abstract**— This paper proposes a novel concept for an ultrafast network restoration after an entire, nationwide blackout of a power grid. This new approach allows the Swiss Federal Railways to reduce power grid restoration time from about 6 hours to a few minutes. To achieve this reduction in time, optimizations in the following three main areas are necessary: First, simplification of the restoration process to reduce the number of switching operations. Second, implementation of automation and intelligent functionalities in the centralized remote-control system. And third, optimization of the power plants tripping behavior. Whenever not necessary, the generators should not shut down after tripping to enable fast re-synchronizing to the power grid.

**Keywords**— blackout, demand-side management, power grids, power system reliability, SCADA systems, network restoration

### I. INTRODUCTION

Blackouts may occur in any power grid. Measures like increasing reserves and redundancies can reduce the likelihood of a blackout, but a residual risk will always remain. The consequences of a blackout can be large. In the case of the Swiss Federal Railways (SBB), the present blackout restoration time for the entire power grid is about 6 hours. Considering the number of 680'000 [1] commuters in Switzerland by trains, the economic damage of such a blackout can be substantial and is estimated to be in the order of 20-60 million Swiss Francs. In order to reduce the impact of a blackout, the SBB are trying to reduce the blackout restoration time and set their goal to 5 minutes.

### II. PROPERTIES OF THE SWISS RAILWAY POWER NETWORK

The 16.7 Hz Swiss railway power supply network basically consists in a bi-phase 132 kV line-to-line network

transformers with the German and Austrian railway power grids the exchange of power is possible for load balance purposes [2]. The whole network as well as the power plants and converter stations are remotely controlled by the operation control center in Zollikofen near Bern. There is an integrated SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) and EMS (Energy Management System) installed.

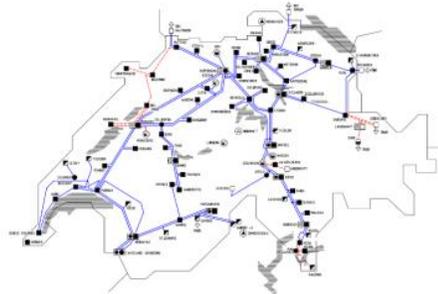


Fig. 1. 16.7-Hz Swiss railway power generation, transmission grid and substations of SBB (year 2019)

### III. BLACKOUT CAUSES AND THEIR RISK ASSESSMENT

A blackout is commonly understood as the loss of electric power affecting a large number of users of an electric power system. Normally blackouts do not occur due to a single event, because power systems are built to be resilient and redundant. However, from time to time concurrent failures lead to



## Empfangsbescheinigung

Verfahren zur Inbetriebnahme eines Stromversorgungssystems und Stromversorgungssystem

Aktenzeichen

EP241786

ced  
ed.  
can  
ized  
been  
ted.  
able  
to a  
On  
for  
the  
ng.  
E  
ce  
E  
ce  
the  
in a  
and  
the  
the  
kV  
are  
ons.  
load  
the  
in a  
and  
the  
kV  
are



# Marktstände:

**Fragen und Detailinfos**

**Video vom Feldtest (ca. 4 min.)**

**Simulator**