

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

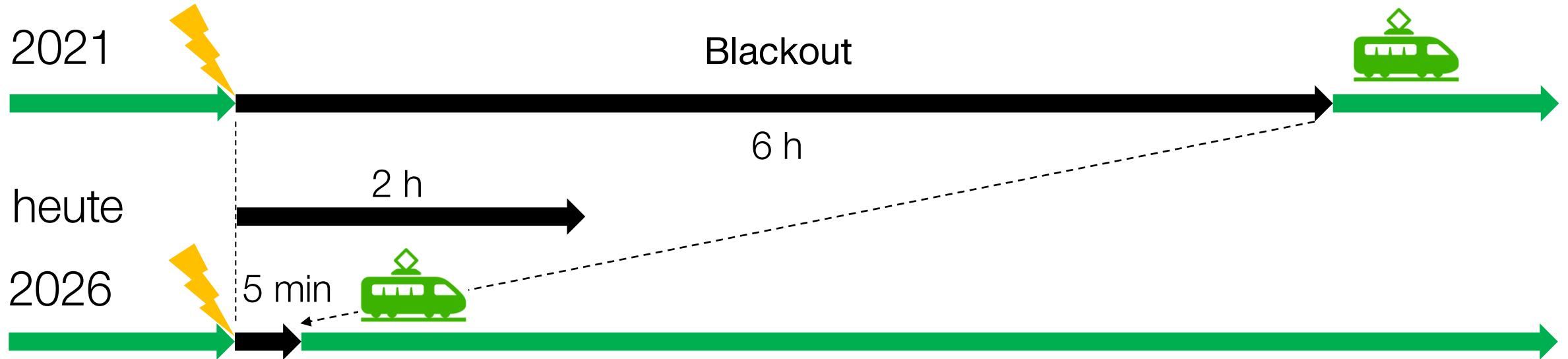
Ein längeres Blackout hätte katastrophale Folgen – doch undenkbar ist es nicht

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

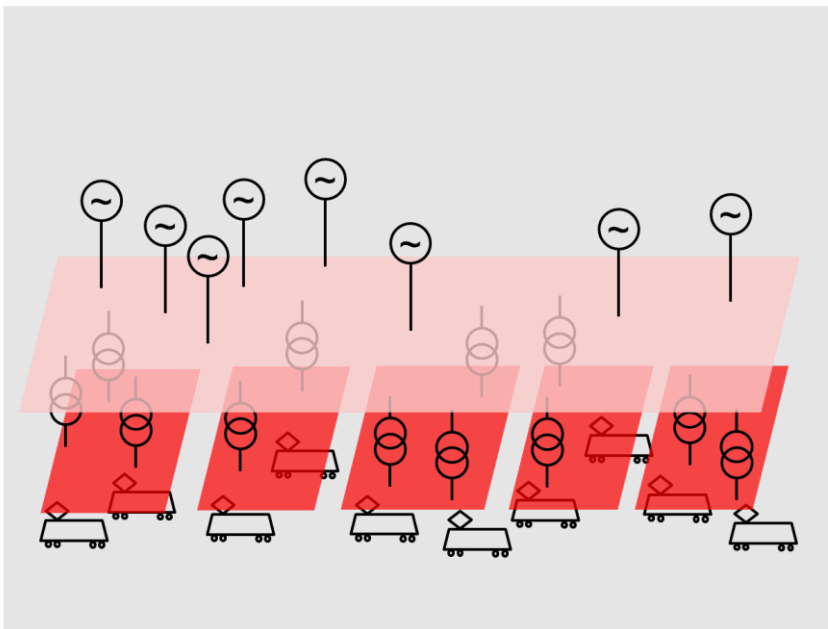


Lösung

Konzept-
vereinfachung

Schnellstartfunktion
in Kraftwerken

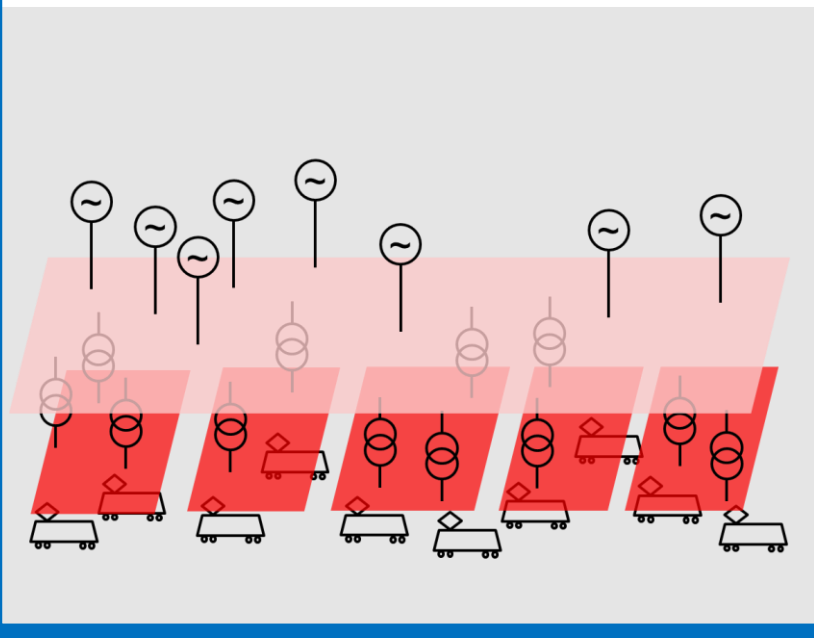
Automatisierung im
Netzleitsystem



Simulationen & Feldtests

Lösung

Konzept-
vereinfachung



Schnellstartfunktion
in Kraftwerken

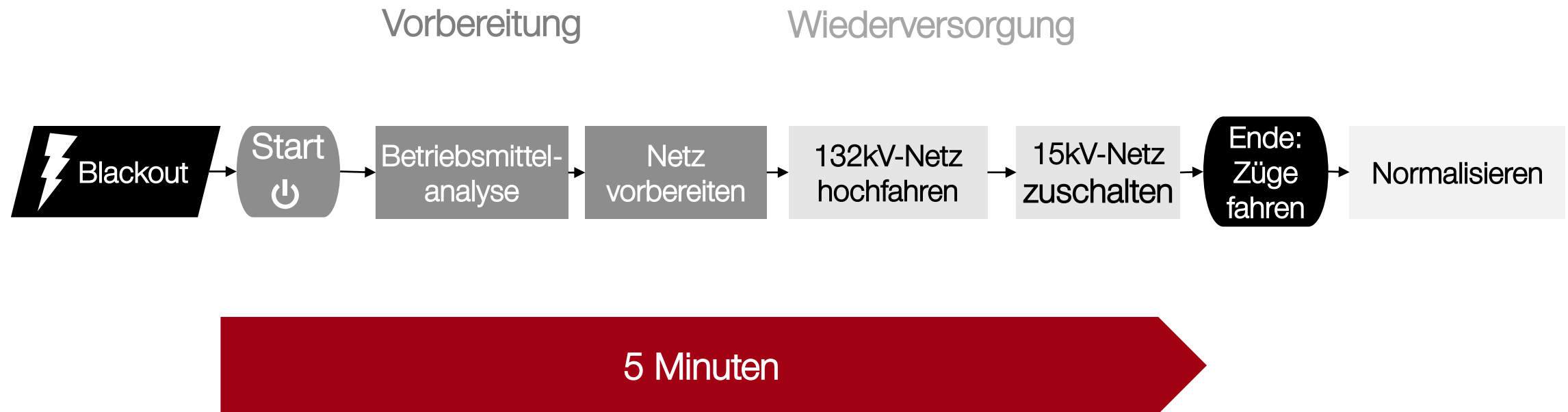


Automatisierung im
Netzleitsystem



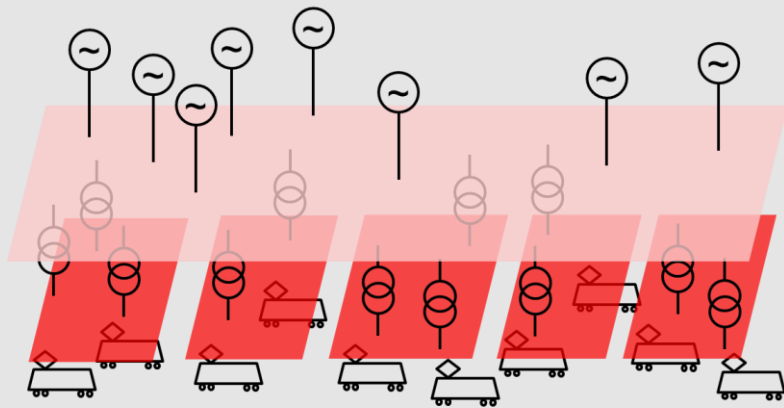
Simulationen & Feldtests

Konzeptübersicht ultraschneller Netzwiederaufbau



Lösung

Konzept-
vereinfachung



Schnellstartfunktion
in Kraftwerken

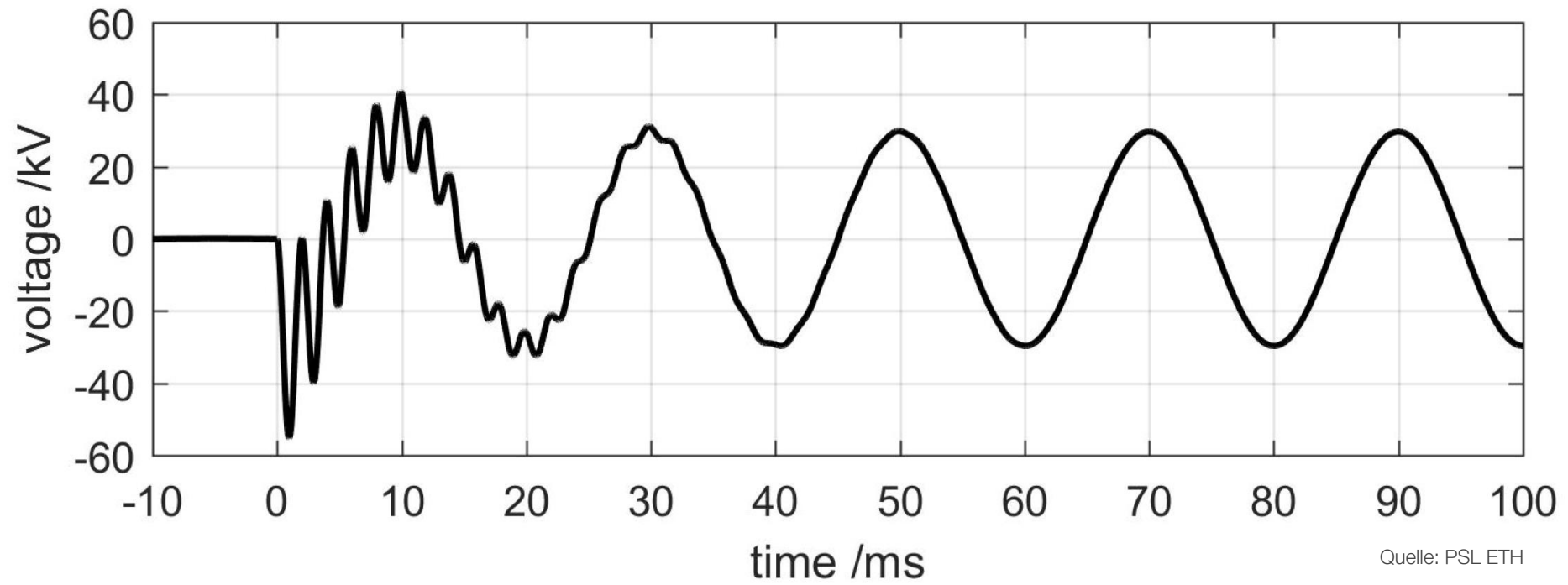


Automatisierung im
Netzleitsystem



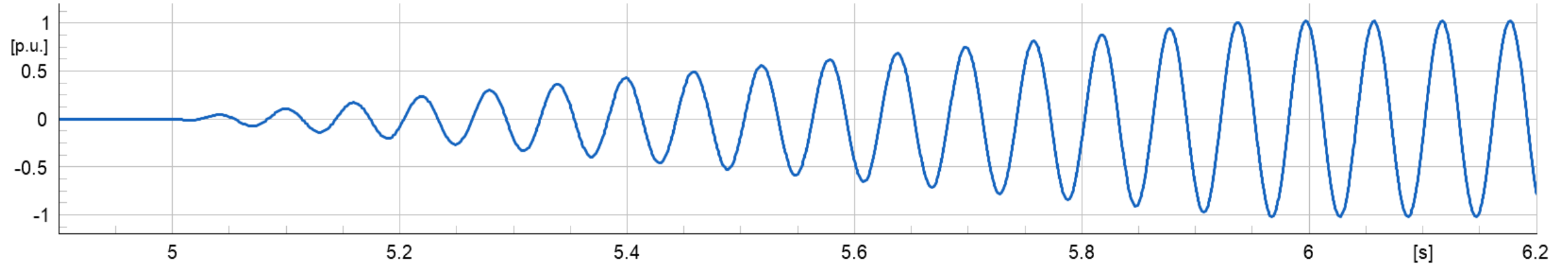
Simulationen & Feldtests

Konventionelle Zuschaltung

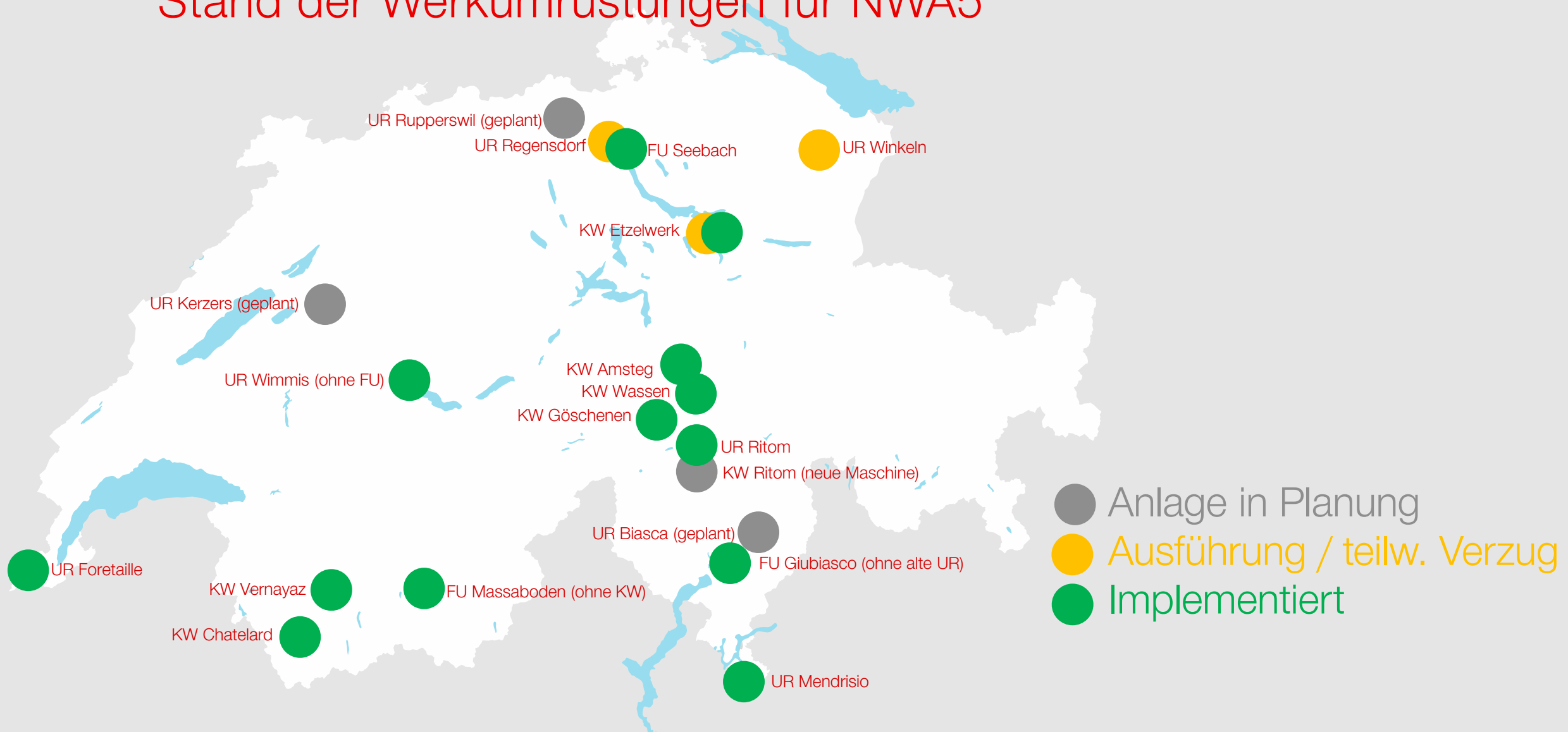




Soft Schwarzstart

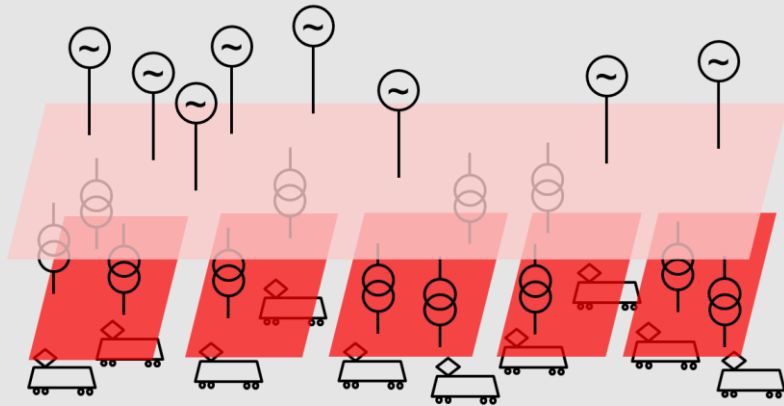


Stand der Werkumrüstungen für NWA5'



Lösung

Konzept-
vereinfachung



Schnellstartfunktion
in Kraftwerken



Automatisierung im
Netzleitsystem



Simulationen & Feldtests

Init Notfall
INIT **NOT-AUS**
 NWA-Gesamtfortschritt Prognose Restzeit: 00:00
 00:00
 laufende Funktion:
 Teilnetzauswahl
 West Tessin Ost **Gesamt** **START** Fehler **NWA bereit** NWA-Gesamtstatus
 West+ Tessin+ Umschalt **NWA laeuft** NWA abgebrochen
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

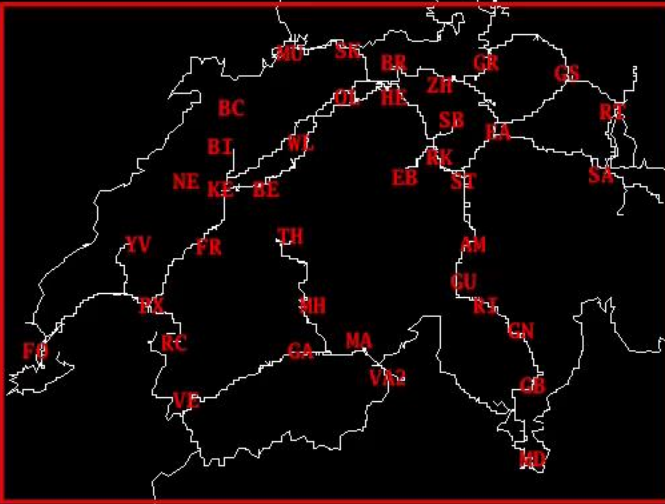
ZKT Zuschaltung Kuppeltrafo Fehler

Zuschaltung Fahrleitungstrafo

ZFO Zuschaltung oberspannungsseitig Fehler

ZFU Zuschaltung unterspannungsseitig Fehler

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

Bilderauswahl Dialogauswahl

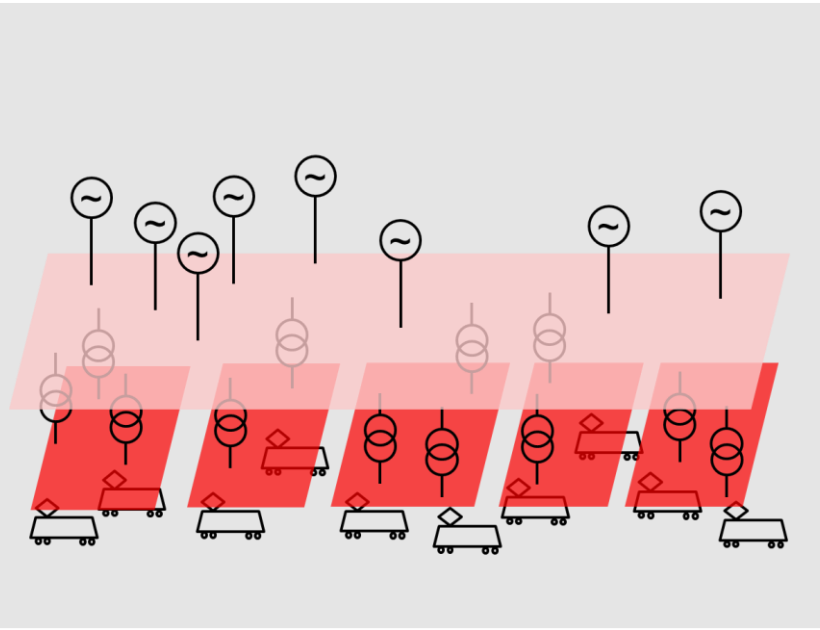
RP-Wandbild **Gesamtnetz**

FL-Trafobild **Lastflussprüfung aus**

Werke **Werte anzeigen**

Lösung

Konzept-
vereinfachung



Schnellstartfunktion
in Kraftwerken



Automatisierung im
Netzleitsystem



Simulationen & Feldtests



Feldtest 2022 mit Triebfahrzeugen

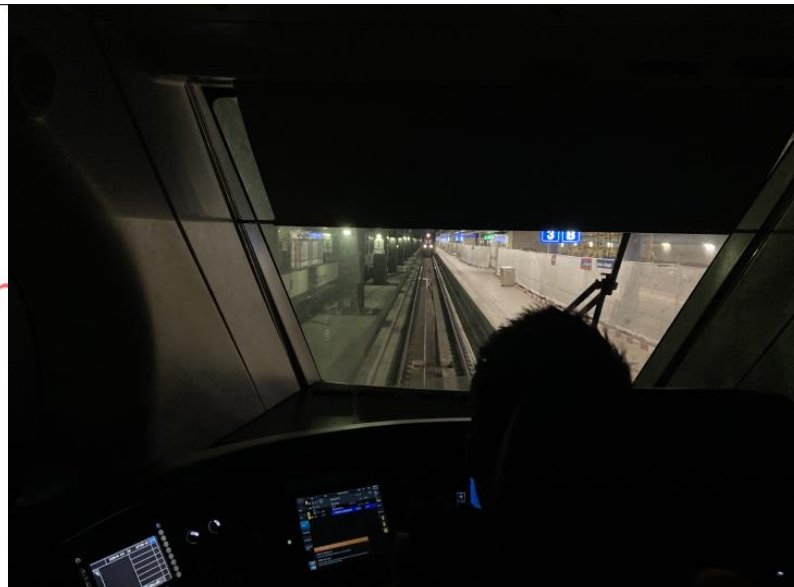
- Separatbetrieb zwischen Genf und Genf-Flughafen mit drei Triebfahrzeugen: 1x Re460, 2xFVDosto, in der Nacht
- Fragestellungen:
 - Triebfahrzeugverhalten nach einem Blackout
 - Einschaltverhalten der Fahrzeugtransformatoren
 - Messdaten zur Verifizierung der Modelle



Spannung

Pantograph

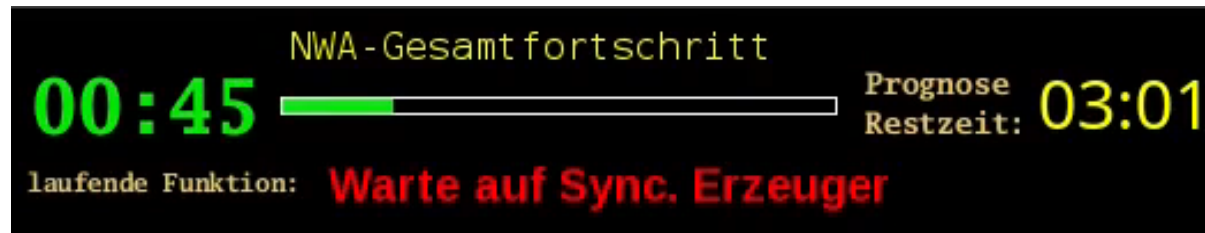
Hauptschalter





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		
REGENDORF	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.

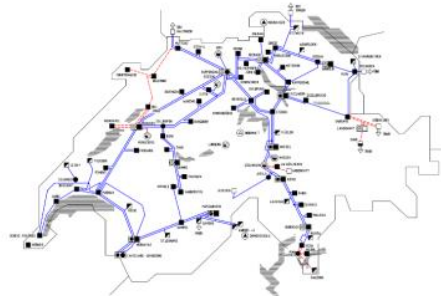


Fig. 1. 16.7-Hz Swiss railway power generation, transmission grid and substations of SBB (year 2019)

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