



## Schneider Electric – Ludwar Hausmesse 2024

# Ist Ihr Netz noch sicher ?

18. September 2024

Dr.-Ing. Thomas Weber  
Leiter Netzplanung  
E-Mail: thomas.weber@se.com  
Tel.: +49 (0)6182 - 8224 - 040

Dipl.-Ing. Christoph Altmeyer  
Dr.-Ing. Damian Batorowicz  
Dr.-Ing. Martin Coumont  
Dr.-Ing. Ludwig Döring  
Dipl.-Ing. Dietmar Hohenstein  
Dipl.-Ing. Guy-Valdes Kengne  
M.Sc. Anna Michel  
Dipl.-Ing. Thomas Müller (i.R.)  
Dipl.-Ing. Christian Schäfer  
Dipl.-Ing. Johannes Schäfer  
Dr.-Ing. Armin Sorg

Schneider Electric GmbH  
Field Service – Netzplanung  
Steinheimer Straße 117  
63500 Seligenstadt



1

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Praxisfälle zum Nachdenken

#### Fünf reale Situationen

- 1 – Klassischer Kabelfehler - Ausfall der Einspeisung
- 2 – Fokus Betrieb - Verletzung der Kurzschlussfestigkeit
- 3 – Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout
- 4 – Übergriffig - Totalausfall bei Niederspannungsfehler
- 5 – Versteckspiel - Alles falsch tief in der Niederspannung



#### Zielsetzung:

*„Glücklicherweise ist der Kurzschluss im Netz ein seltener und ungeliebter Gast.“*

*Anhand realer Beispiele soll aufgezeigt werden, mit welcher Gastfreundschaft Netzbetreiber (öffentlich wie industriell) die Türen öffnen und mit welchen einfachen Mitteln diese Türen geschlossen gehalten werden können.“*

2

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 1: Klassischer Kabelfehler – Ausfall der Einspeisung

Beschreibung der Ausgangs-Situation:

- Großes Industrienetz 110 kV / 20 kV / NS
- Einspeisung über 2 Transformatoren 110 kV / 20 kV
- 20-kV-Hauptschaltanlage & unterlagerte Anlagen
- Verteilung über offene Ringstrukturen
- Netzschutzeinrichtungen UMZ

Abfolge der Fehlersituation:

*„Es erfolgt ein Fehler auf einem Kabel.“*

*Die UMZ-Schutzeinrichtungen regen an.*

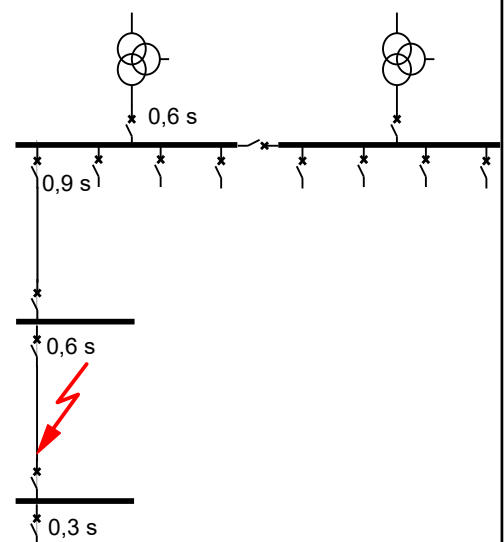
*Die UMZ-Schutzeinrichtungen schalten den Fehler aus.“*

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 1: Klassischer Kabelfehler – Ausfall der Einspeisung

Beschreibung der Fehler-Situation:

- Fehlereintritt, Schutzgeräte regen (korrekt) an
- Wunsch: Ausschaltung nach 0,6 s im Kabelabgang
- Wunsch: Ausschaltung nach 0,9 s im Reservefall
- Realität: Ausschaltung der Einspeisung nach 0,6 s
- Effekt: Verlust der Hauptschaltanlage
- Problemstellung: fehlende Selektivität
- Anmerkung: REALER Fall !!



## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 2: Fokus Betrieb – Verletzung der Kurzschlussfestigkeit

Beschreibung der Ausgangs-Situation:

- Mittelgroßes Industrienetz 20 kV / NS
- Große (alte) Niederspannungshauptverteilungen
- Hoher Energiebedarf und Konzentration auf den Betrieb
- Parallelschaltung von Transformatoren
- Netzschutzeinrichtungen UMZ & Niederspannungsleistungschalter

Situationsbeschreibung:

*„Es tritt eine Lastentwicklung ein, die zusätzliche Leistung erfordert.“*

*Weitere Transformatoren werden parallelgeschaltet.*

*Der Fehler ist (bisher) glücklicherweise ausgeblieben.“*

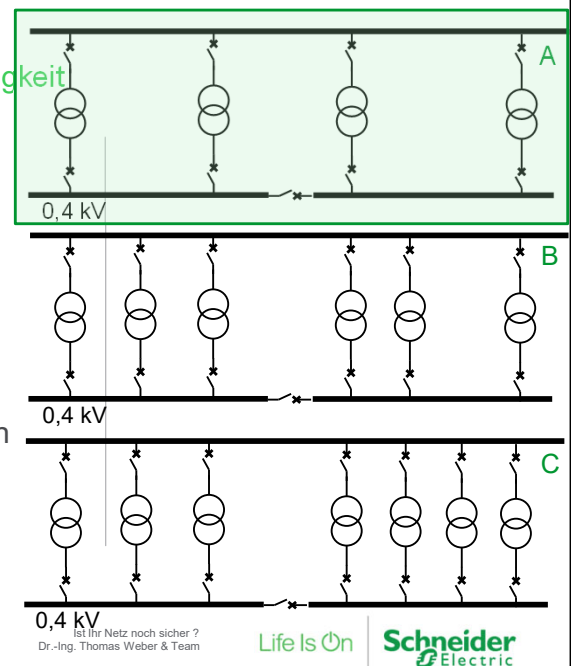
5

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 2: Fokus Betrieb – Verletzung der Kurzschlussfestigkeit

Beschreibung der entstehenden kritischen Situation:

- Stromversorgung als „notwendiges Übel“
- Betriebliche Belange mit Priorität: Lasterhöhungen
- Problem: Parallelschaltung von Transformatoren
- Problem: Anlagenkurzschlussfestigkeit erreicht
- Problem: Anlagenkurzschlussfestigkeit überschritten
- Risiko: Personensicherheit nicht gewährleistet
- Maßnahmen: Neue Anlagen / Netztrennung



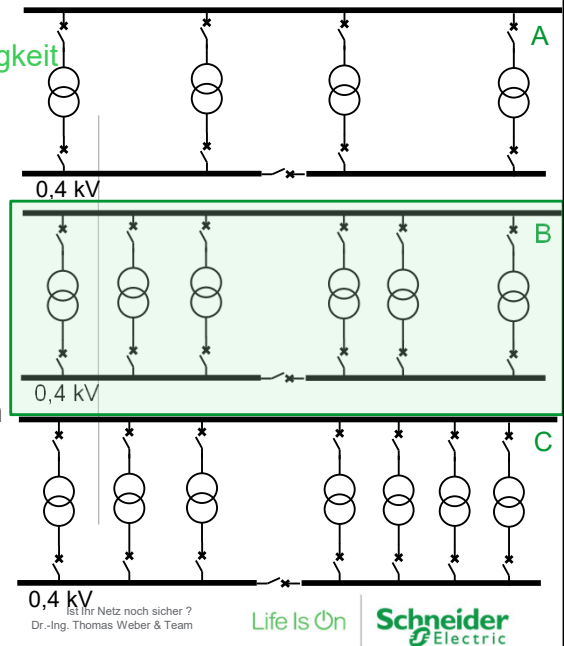
6

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 2: Fokus Betrieb – Verletzung der Kurzschlussfestigkeit

Beschreibung der entstehenden kritischen Situation:

- Stromversorgung als „notwendiges Übel“
- Betriebliche Belange mit Priorität: Lasterhöhungen
- Problem: Parallelschaltung von Transformatoren
- Problem: Anlagenkurzschlussfestigkeit erreicht
- Problem: Anlagenkurzschlussfestigkeit überschritten
- Risiko: Personensicherheit nicht gewährleistet
- Maßnahmen: Neue Anlagen / Netztrennung



Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024  
Property of Schneider Electric | Page 7

Public

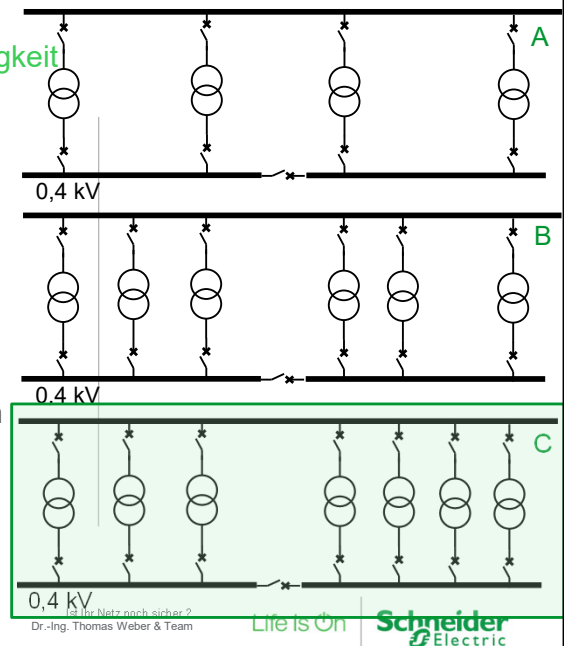
7

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 2: Fokus Betrieb – Verletzung der Kurzschlussfestigkeit

Beschreibung der entstehenden kritischen Situation:

- Stromversorgung als „notwendiges Übel“
- Betriebliche Belange mit Priorität: Lasterhöhungen
- Problem: Parallelschaltung von Transformatoren
- Problem: Anlagenkurzschlussfestigkeit erreicht
- Problem: Anlagenkurzschlussfestigkeit überschritten
- Risiko: Personensicherheit nicht gewährleistet
- Maßnahmen: Neue Anlagen / Netztrennung
- Alternative: Explosion / Zerstörung



Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024  
Property of Schneider Electric | Page 8

Public

8

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout

Beschreibung der Ausgangs-Situation:

- Großes Stadtwerkenetz 10 kV
- Einspeisung über 2 Transformatoren 110 kV / 10 kV
- 10-kV-Hauptschaltanlage & unterlagerte Anlagen
- Netzschutzeinrichtungen UMZ
- Komplexe Netzstruktur
- Komplexe Netzschutzstrategie

Abfolge der Fehlersituation:

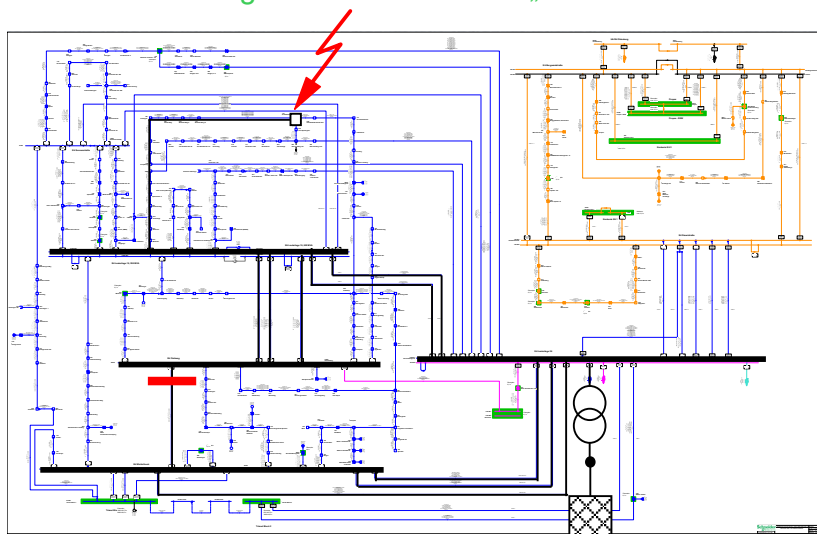
*„(1) Auftreten eines Kurzschlusses „tief“ im Netz.*

*Funktion des Hauptschutzes gewährleistet die Ausschaltung. Reserveschutz ist nicht vorhanden.*

*(2) Auftreten eines Kurzschlusses „mittendrin“ führt zur Ausschaltung, aber auch zu Kommutierungen.“*

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout

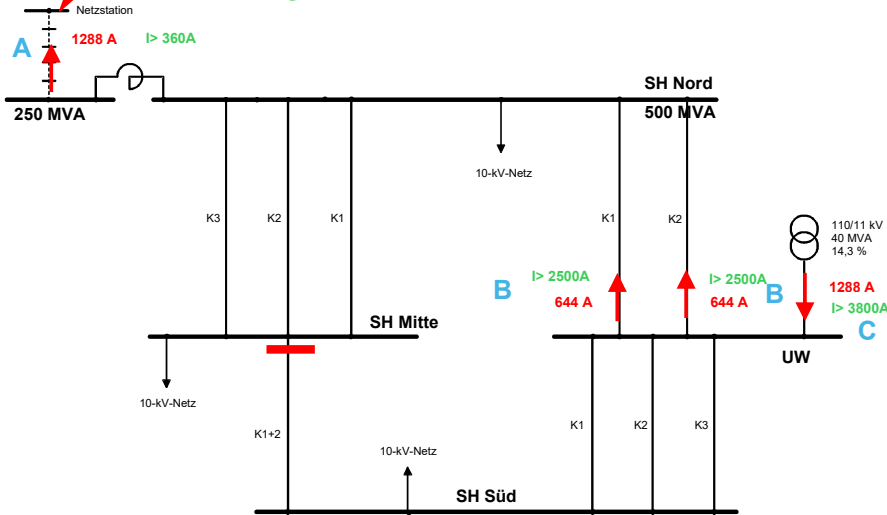


Informationen zur Grafik:

- Fehlerort „tief im Netz“
- Trennstelle
- Einspeisung 40 MVA
- Relevanter Netzausschnitt

# Ist Ihr Netz noch sicher ?

## Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout



### Informationen:

- Schutzrelevanter Netzausschnitt
- Fehlerort „tief im Netz“
- Kurzschlussstrombegrenzungs-drossel
- Anregeschwellen in grün
- Anregeströme in rot

Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024

Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team

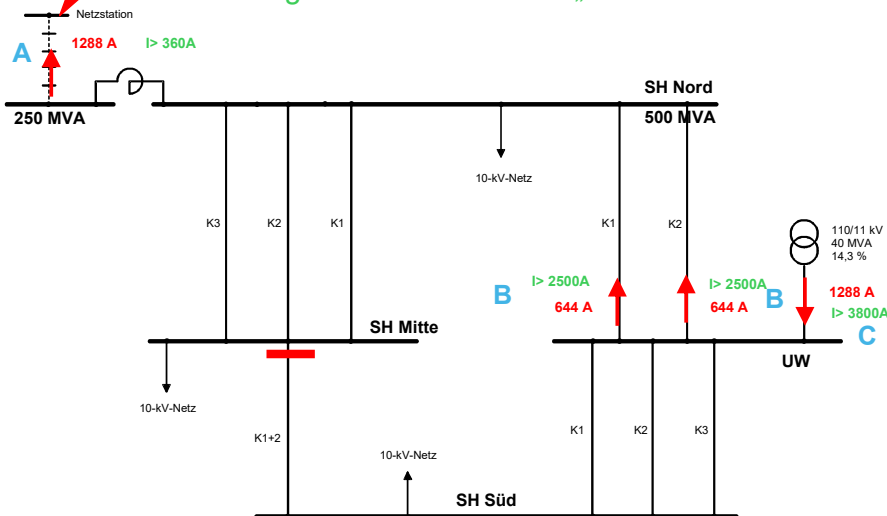


Public

11

# Ist Ihr Netz noch sicher ?

## Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout



### Auswertung:

- Anregung A: Ja
- Anregung B: Nein
- Anregung C: Nein

Folgerung:  
KEIN Reserveschutz

Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024

Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team

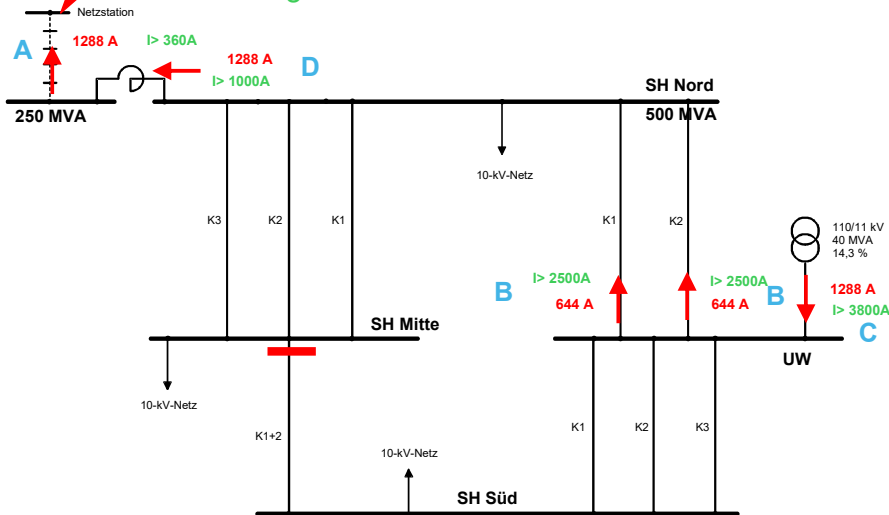


Public

12

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout



Lösungsansatz:  
Neues Gerät D

Auswertung:

- Anregung A: Ja
- Anregung B: Nein
- Anregung C: Nein
- Anregung D: Ja

Folgerung:  
Reserveschutz OK

Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024

Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team

Life Is On | Schneider Electric

Public

13

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout

Beschreibung der Ausgangs-Situation:

- Großes Stadtwerkenetz 10 kV
- Einspeisung über 2 Transformatoren 110 kV / 10 kV
- 10-kV-Hauptschaltanlage & unterlagerte Anlagen
- Netzschutzeinrichtungen UMZ
- Komplexe Netzstruktur
- Komplexe Netzschutzstrategie

Abfolge der Fehlersituation:

„(1) Auftreten eines Kurzschlusses „tief“ im Netz.  
Funktion des Hauptschutzes gewährleistet die Ausschaltung. Reserveschutz ist nicht vorhanden.“

(2) Auftreten eines Kurzschlusses „mittendrin“ führt zur Ausschaltung, aber auch zu Kommutierungen.“

Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024  
Property of Schneider Electric | Page 14

Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team

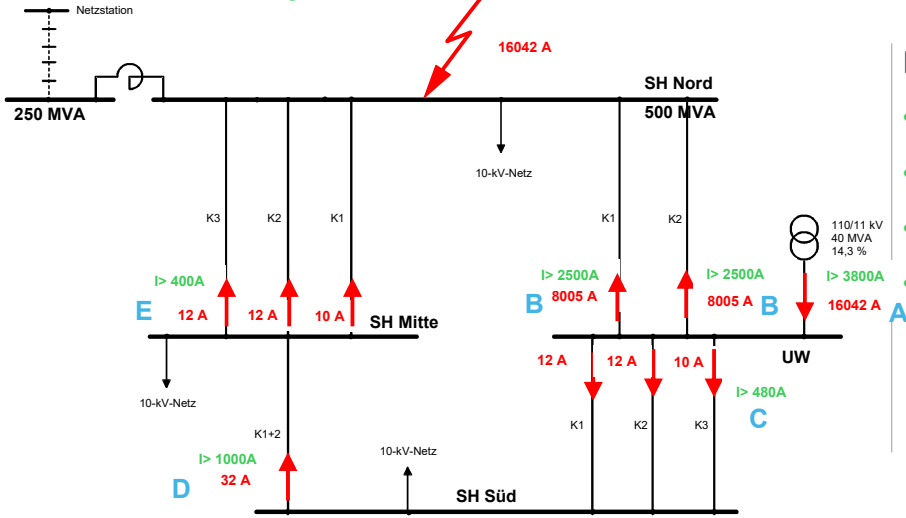
Life Is On | Schneider Electric

Public

14

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout



#### Informationen:

- Trennstelle geschlossen
- Fehlerort SH Nord
- Anregeschwellen in grün
- Anregeströme in rot

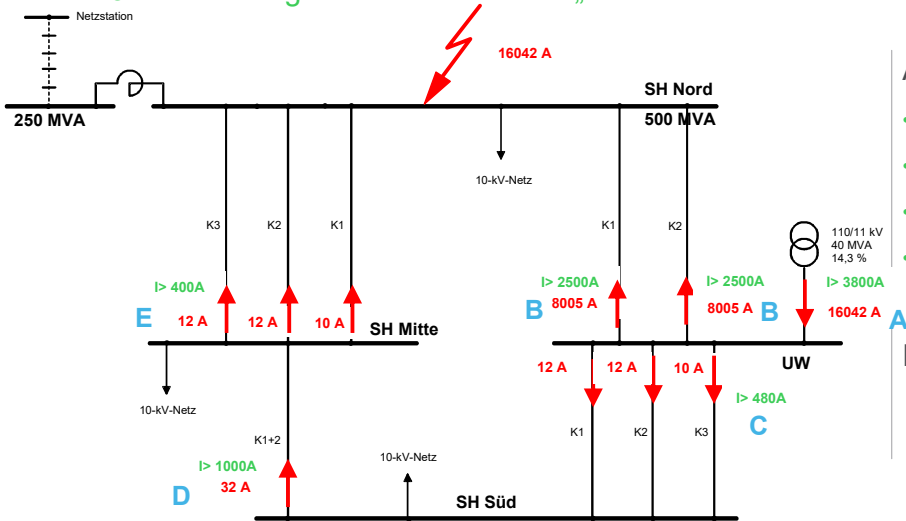
Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024

Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team



## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout



#### Auswertung:

- Anregung A: Ja
- Anregung B: Ja
- Anregung C: Nein
- Anregung D: Nein
- Anregung E: Nein

#### Folgerung:

A, B öffnen nach 0,9 s

Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024

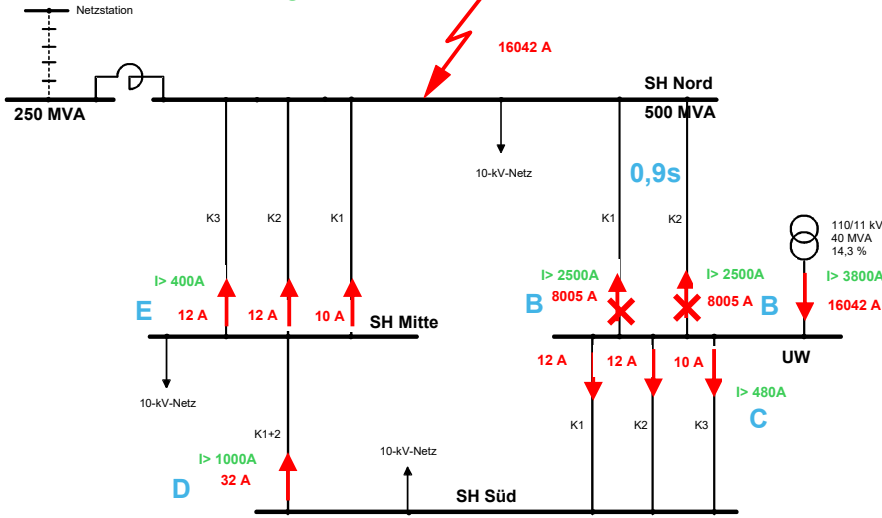
Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team





## Ist Ihr Netz noch sicher ?

Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout



Auswertung:

- Anregung A: Ja
- Anregung B: Ja
- Anregung C: Nein
- Anregung D: Nein
- Anregung E: Nein

Folgerung:

B öffnen nach 0,9 s

Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024

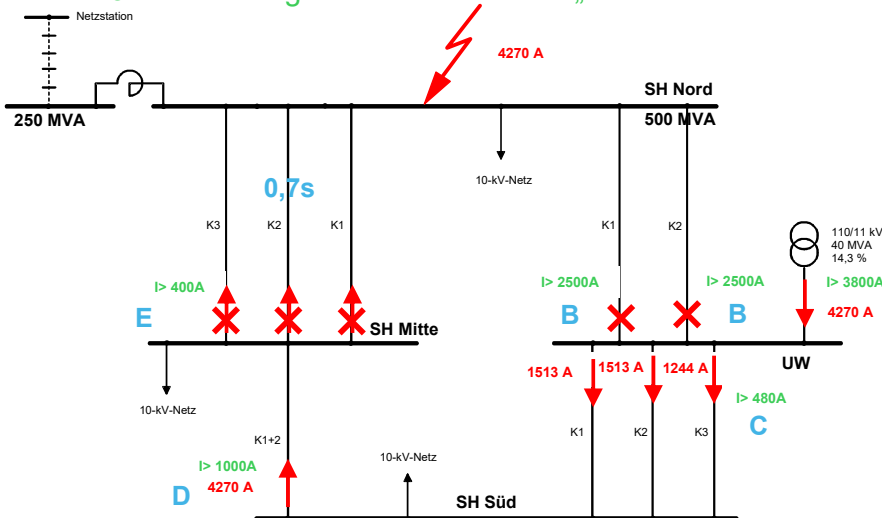
Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team



17

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout



Problemstellung:

Fehlersituation nicht geklärt

- Anregung A: Ja
- Anregung B: entfällt
- Anregung C: Ja
- Anregung D: Ja
- Anregung E: Ja

Folgerung:

E öffnen nach 0,7 s

Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024

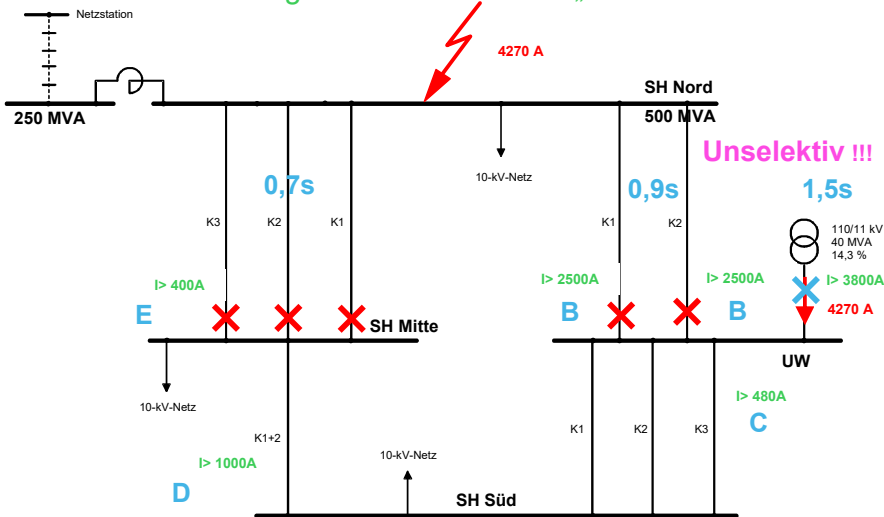
Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team



18

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 3: Historisch gewachsenes Netz – „Burnout“ oder Blackout



Problemstellung:

Fehlersituation geklärt

- Ausschaltung B: 0,9 s
- Ausschaltung E: 0,7 s
- Summe: 1,6 s

ABER

- Endzeit Vorversorger 1,5 s mit Ausschaltung A => Blackout



Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024

Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team

Life Is On

Schneider Electric

Public

19

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 4: Übergriffig – Totalausfall bei Niederspannungsfehler

Beschreibung der Ausgangs-Situation:

- Mittleres Industrienetz 20 kV / NS im „Ring“
- Einspeisung über 20 kV
- 20-kV-Hauptschaltanlage & unterlagerte Anlagen
- Unterlagerte Ringstrukturen (offen/geschlossen)
- Netzschutzeinrichtungen UMZ
- Übergabeschutzvorgabe vom Netzbetreiber extrem gering

Abfolge der Fehlersituation:

„Kurzschlussereignis auf der Niederspannungsebene.“

Kurzschlussanregung bis zum Übergabeschutz, daher „Wettrennen“ zwischen Hauptschutz, Reserveschutz und Übergabeschutz – mit mehreren Gewinnern.“

Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024  
Property of Schneider Electric | Page 20

Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team

Life Is On

Schneider Electric

Public

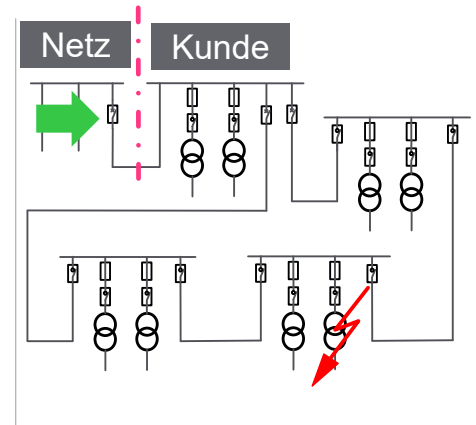
20

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 4: Übergriffig – Totalausfall bei Niederspannungsfehler

Beschreibung der Ausgangs-Situation:

- Mittleres Industrienetz 20 kV / NS im „Ring“
- Übergabeschutzeinstellungen „knallhart“
  - Auslösezeit:  $t \gg 100 \text{ ms}$  Schnellzeit
  - Anregestrom:  $I \gg 1,2 \times 200 \text{ A}$  Überstrom
  - Wandlerbemessungsstrom 200 A / 1 A



Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024  
Property of Schneider Electric | Page 21

Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team

Life Is On | Schneider Electric

Public

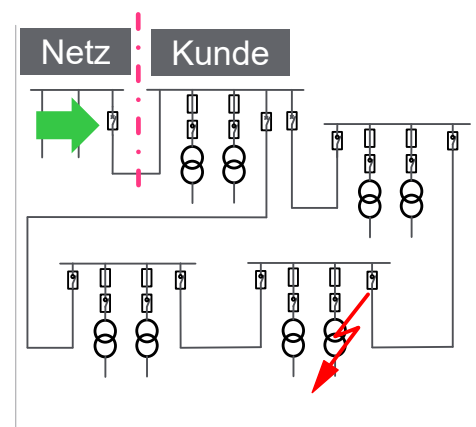
21

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 4: Übergriffig – Totalausfall bei Niederspannungsfehler

Kommentare zu den Vorgabegrößen

- Schnellzeit unterstützt das Netzschutzkonzept des Netzbetreibers
- Geringer Anregestrom schützt das Netz des Netzbetreibers
- Vorgabegrößen sind logische Vorgabe aus Sicht des Netzbetreibers
- Einstellung möglich ohne genaue Kenntnis des unterlagerten Netzes
- Einstellung möglich ohne genaue Kenntnis der Kurzschlussstromverhältnisse



Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024  
Property of Schneider Electric | Page 22

Ist Ihr Netz noch sicher ?  
Dr.-Ing. Thomas Weber & Team

Life Is On | Schneider Electric

Public

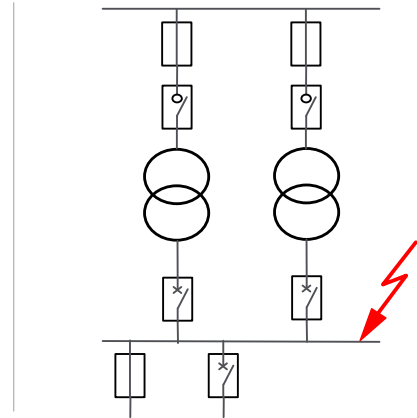
22

## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 4: Übergriffig – Totalausfall bei Niederspannungsfehler

Fehlerstelle Niederspannungshauptverteilung

- Ziel: Einspeiseschalter klärt den Fehler
  - Verzögerte Einstellung wegen Abgängen
  - Hohe Kurzschlussströme (auch minimale Kurzschlüsse)
- Problem: Übergabeschutz schaltet evtl. aus
  - wegen geringer Stromhöhe
  - wegen kurzer Auslösezeit



## Ist Ihr Netz noch sicher ?

### Fall 5: Versteckspiel – Alles falsch tief in der Niederspannung

Beschreibung der Ausgangs-Situation:

- Industrienetz 10 kV / NS mit mehreren NS-Ebenen
- Einspeisung NS-Verteilung über Transformator 10 kV / NS
- Unterlagerte Verteilung mit NS-Leistungsschalter

Potentielle Fehlersituationen:

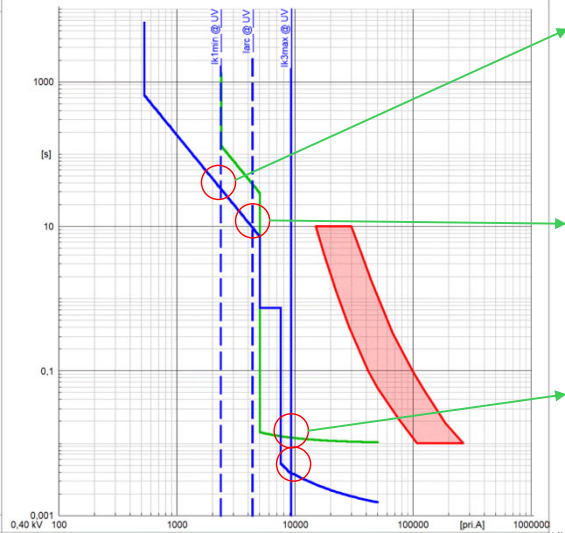
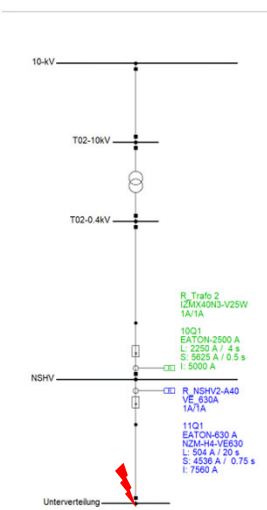
*„ Falsche Einstellparameter der Schutzeinrichtungen führen zu Unselektivitäten.*

*Überlastschutz und Abschaltbedingungen sind dabei auch nicht erfüllt.*

*Sehr hohe Störlichtbogenenergie mit potentieller Verletzung der Festigkeit der PSagS.“*

# Ist Ihr Netz noch sicher ?

## Fall 5: Versteckspiel – Alles falsch tief in der Niederspannung – IST-Zustand



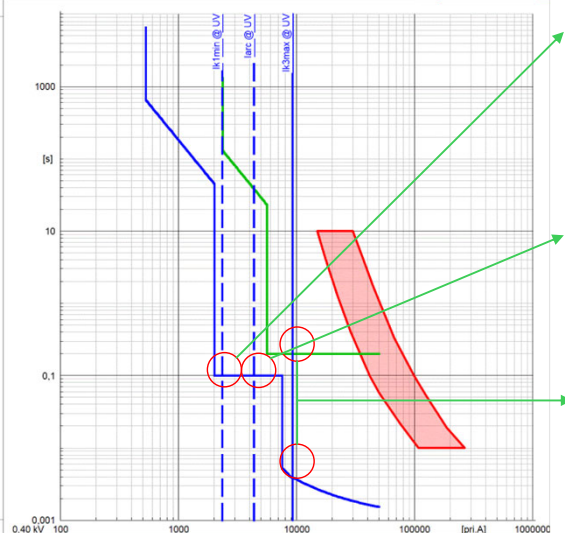
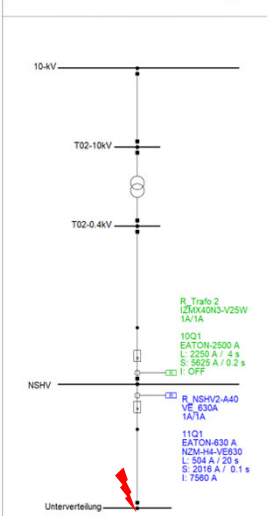
- Abschaltbedingungen nach VDE 0100
- Einpolige Fehler werden nicht in unter 5s erkannt ☹️
- Störlichtbogenberechnung nach IEEE
- Lichtbogenstrom erst nach langer Zeit erkannt ☹️
- Kurzschlussströme nach VDE 0102
- Hohe Kurzschlussströme werden unselektiv abgeschaltet – keine Selektivität zu NSHV ☹️

Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024  
Property of Schneider Electric | Page 25



# Ist Ihr Netz noch sicher ?

## Fall 5: Versteckspiel – Alles falsch tief in der Niederspannung – SOLL-Zustand



- Abschaltbedingungen nach VDE 0100
- Einpolige Fehler werden sicher erkannt 😊
- Störlichtbogenberechnung nach IEEE
- Lichtbogenstrom wird zeitnah abgeschaltet 😊
- Kurzschlussströme nach VDE 0102
- Kurzschlussströme werden selektiv abgeschaltet 😊

Ludwar Hausmesse 2024  
Gerolzhofen, 18. September 2024  
Property of Schneider Electric | Page 26



Life Is On | Schneider  
Electric

© 2021 Schneider Electric. All Rights Reserved. Schneider Electric and Life Is On Schneider Electric are trademarks and the property of Schneider Electric, its subsidiaries, and affiliated companies. All other trademarks are the property of their respective owners.

Life Is On | Schneider  
Electric

Public