



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

FAKULTÄT
ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIK

Aktuelle Entwicklungstendenzen in Schutz- und Leittechnik

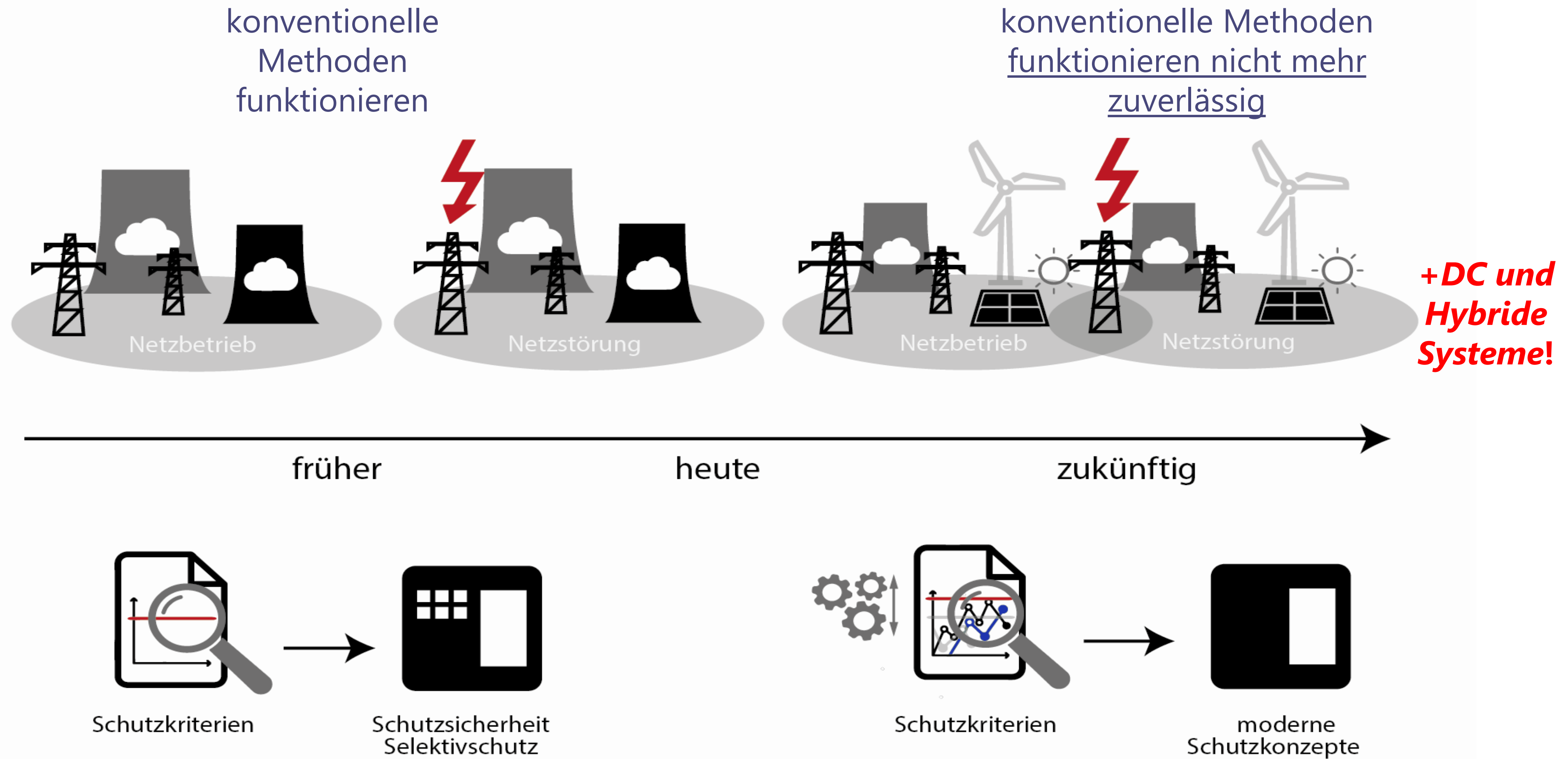
Cezary Dzienis



Inhaltsverzeichnis

1. Motivation
2. Grober Überblick über neue Technologien
3. Innovative Messverfahren / Stationsautomatisierung
4. Hochfrequente Komponente
5. Algorithmen
6. Testen und Optimieren am Büroarbeitsplatz

Zukunft der elektrischen Energienetze und neue Herausforderungen an Schutzsysteme



Quelle: FAU Prof. Jäger Adaptive Schutzkonzepte



Technische Anforderungen an Schutzsystem bleiben!

Speed (Schnelligkeit):

Schnelligkeit bedeutet: Detektion des Fehlers und Betätigung des *Leistungsschalters* innerhalb von (3...100ms).

Safety (Sicherheit):

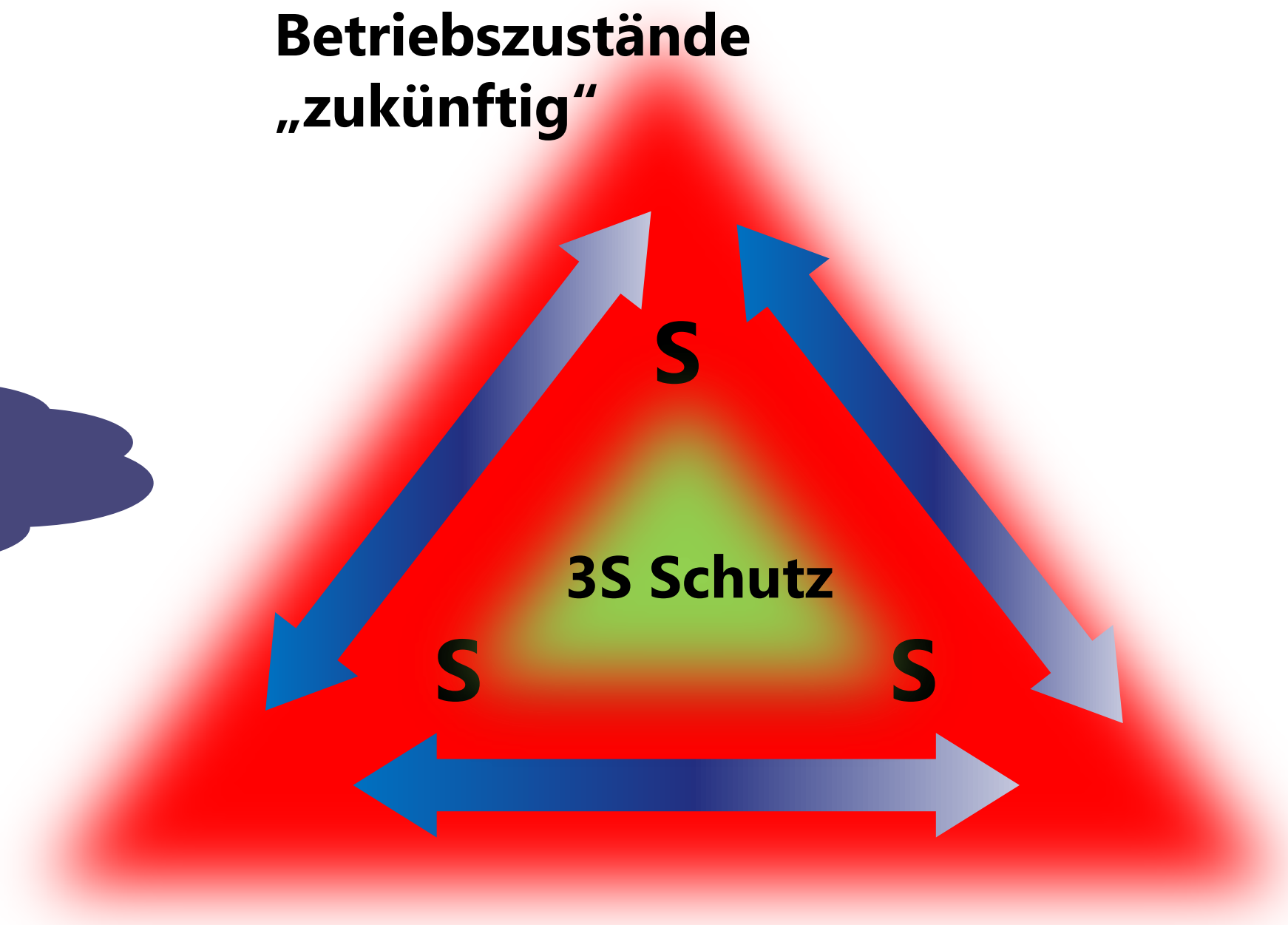
Sicherheit bedeutet: es muss sichergestellt werden, dass jeder Fehler abgeschaltet wird.

Selectivity (Selektivität):

Selektivität bedeutet, dass nur fehlerbehaftete Betriebsmittel abgeschaltet werden dürfen.

Algorithme

Redundanz, Reserve



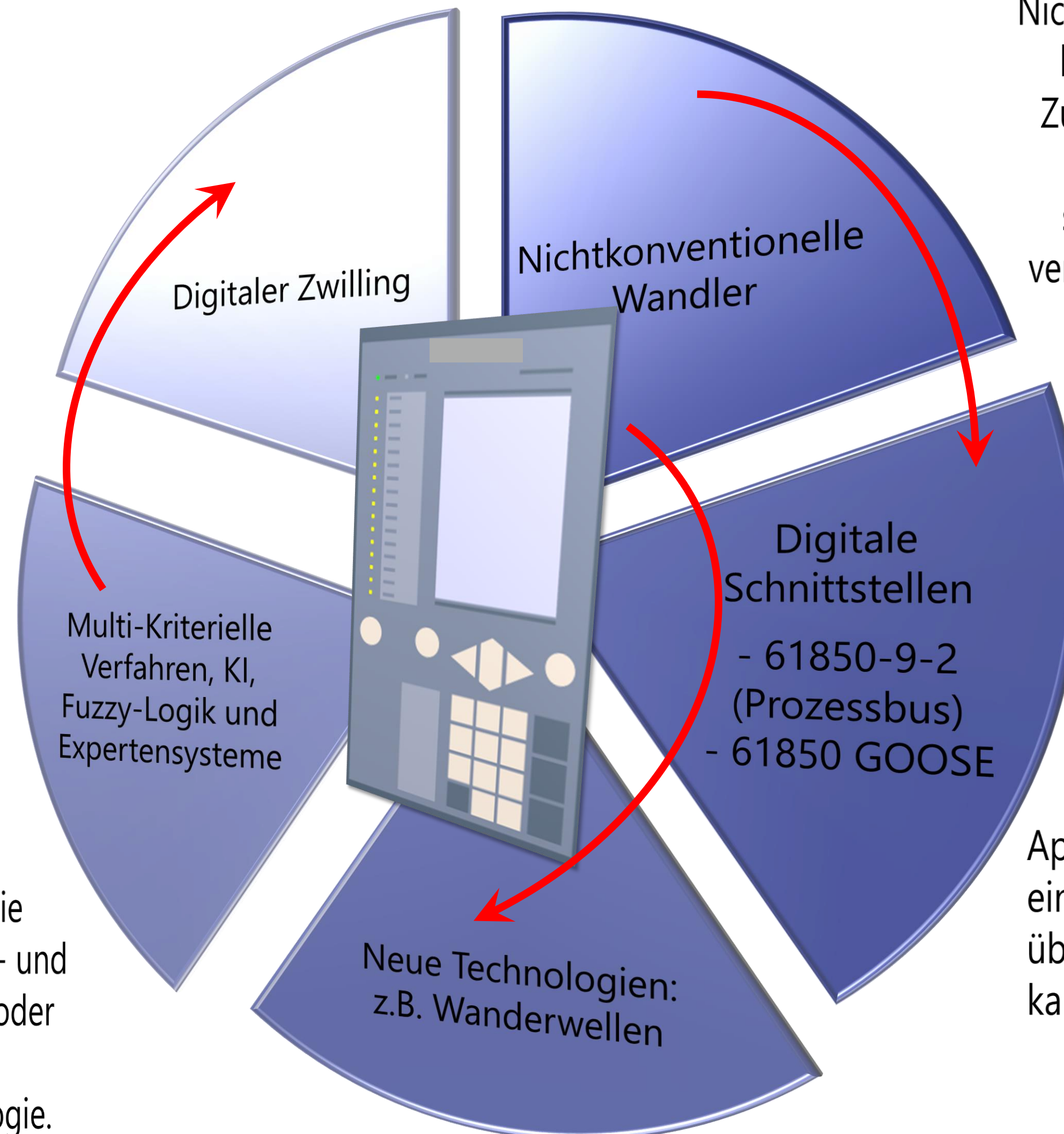
Netzstruktur,
Schutzkonzepte

Tendenzen und aktuelle Entwicklungen

Komplexe Szenarien können simuliert und die Zusammenarbeit von mehreren Schutz- und Leittechnikgeräten bereits in Software (Digitaler Zwilling) analysiert werden.

Die Algorithmen werden wesentlich komplexer, Expertenwissen wird im Code integriert, Fuzzy Logik- oder KI basierte Methoden eingesetzt. Adaption der Einstellung wird während des Schutzbetriebes durchgeführt.

Neue Technologien wie transient-basierte Schutz- und Überwachungssysteme oder die Wanderwellen-Technologie.



Nichtkonventionelle Wandler sind linear und breitbandig. Das Wandlerverhalten mit Zuleitungseinflüssen wird in Schutz- oder Messgeräten modelliert und somit die stationäre und transiente Performance verbessert. Die technische Grenzen werden dadurch erweitert.

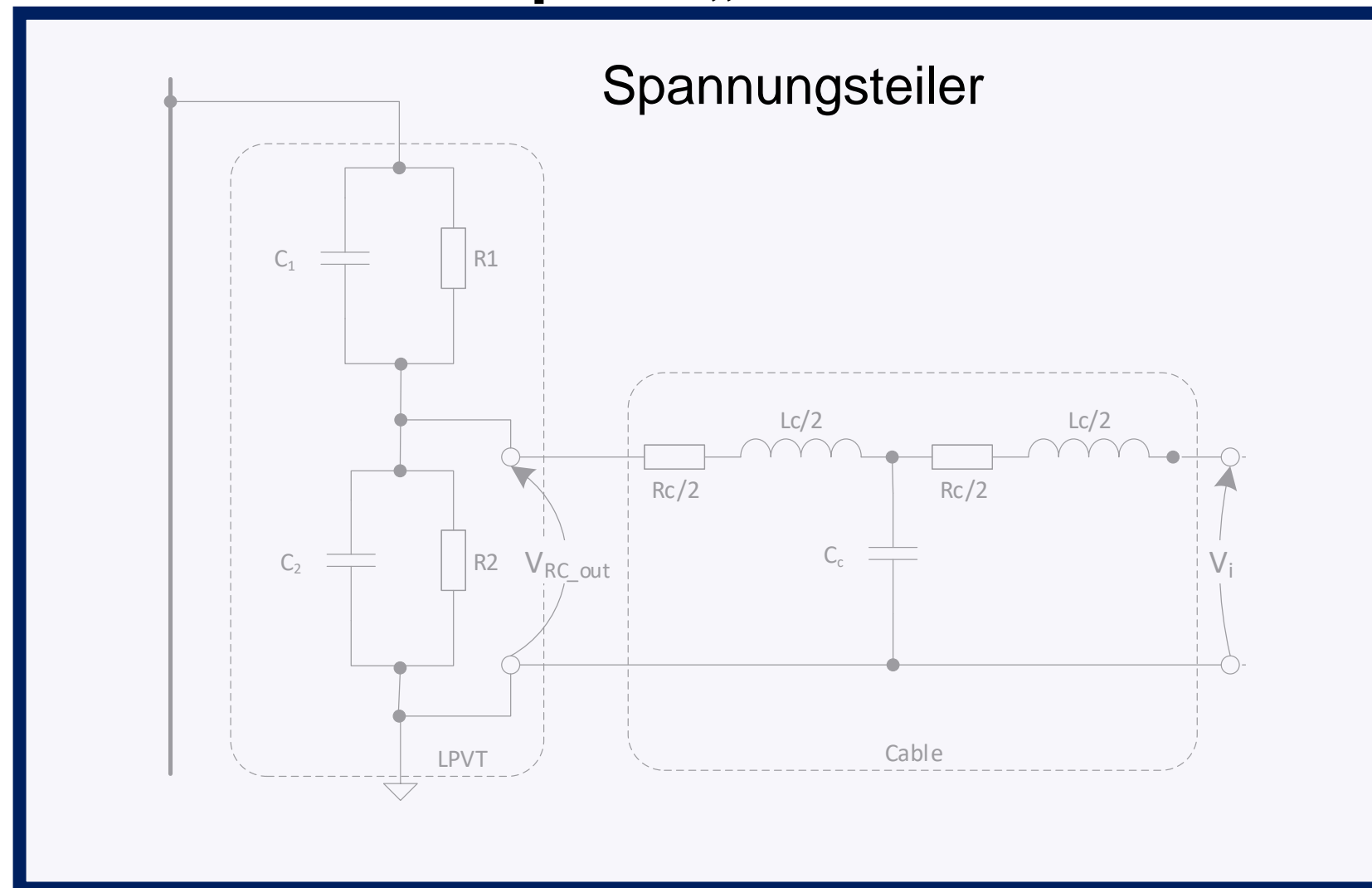
Die Messdaten werden über mehrere Geräte verteilt. Mehr Informationen können in einzelnen Geräten ausgewertet werden.

Applikationen werden nicht nur im Umfeld eines Feldes oder einer Station sondern über mehrere Stationen realisiert! 61850 kann weitere Unterstützung leisten.

elektrisches, magnetisches
oder elektromagnetisches
Prinzip mit „Low Power“

Nichtkonventionelle
Wandler
„LPIT“

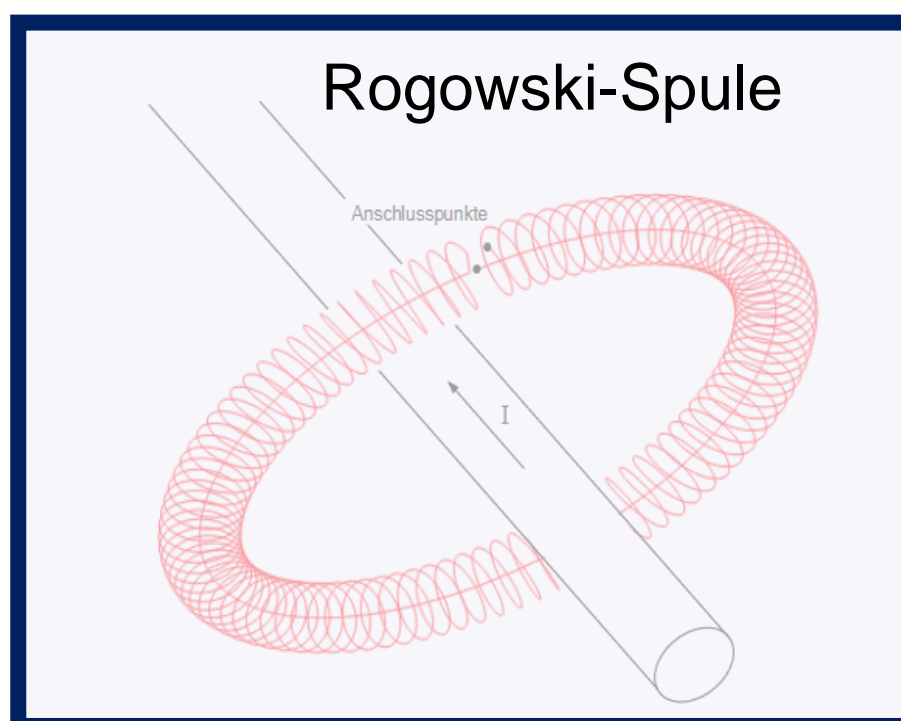
optisches Prinzip



Quelle: Trench / Siemens Energy

Last: $C_p = 50$ [pF],
 $R_p = 2$ [M Ω]

Relevante Parameter der Messwandler
können den Messgeräten zur
Verfügung gestellt werden.

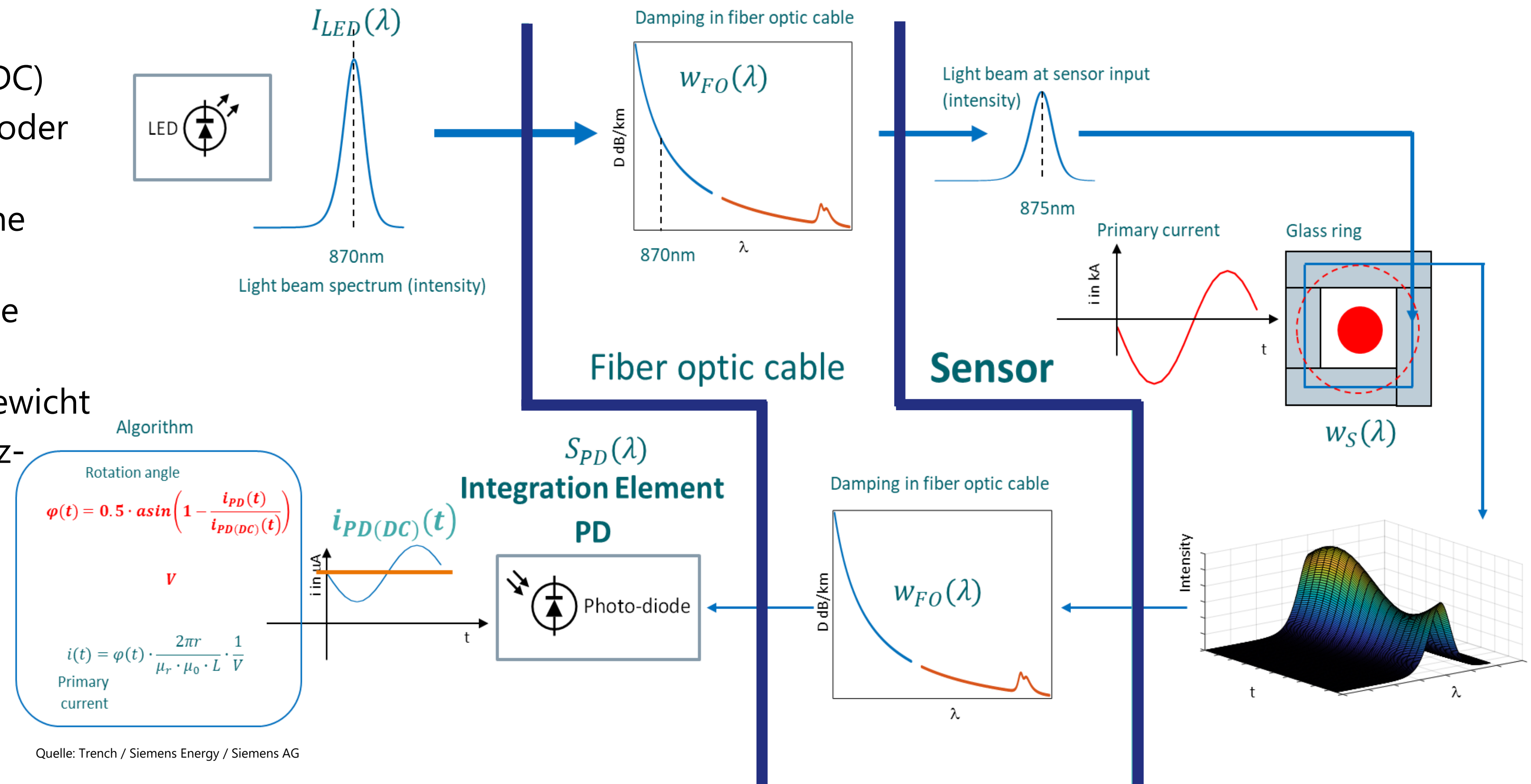


Quelle: Sascha Grigo, Simulation und Auslegung dynamischer Wechselstromsensoren auf Basis der Rogowski-Spule mit hoher Genauigkeit zur flexiblen Anwendung für Energienetze und andere elektrische Anlagen, Fakultät für Ingenieurwissenschaften der Universität Duisburg-Essen

Modellierung und Real-Time Simulation der Messkette im Messgerät

Beispiel: optischer Stromwandler (Faraday Effekt)

- galvanische Separation
- unbegrenzte Bandbreite (ohne DC)
- hohe Genauigkeiten (Klasse 0.1 oder sogar 0.2S)
- robust gegen elektromagnetische Störungen
- unbegrenzter Messbereich (keine Sättigung)
- kleine Dimension und kleines Gewicht
- Übertragung ohne den Frequenzeinfluss
- prinzipbedingte Fehler durch den analytischen Ansatz korrigierbar (Messkette im Gerät parallel gerechnet)

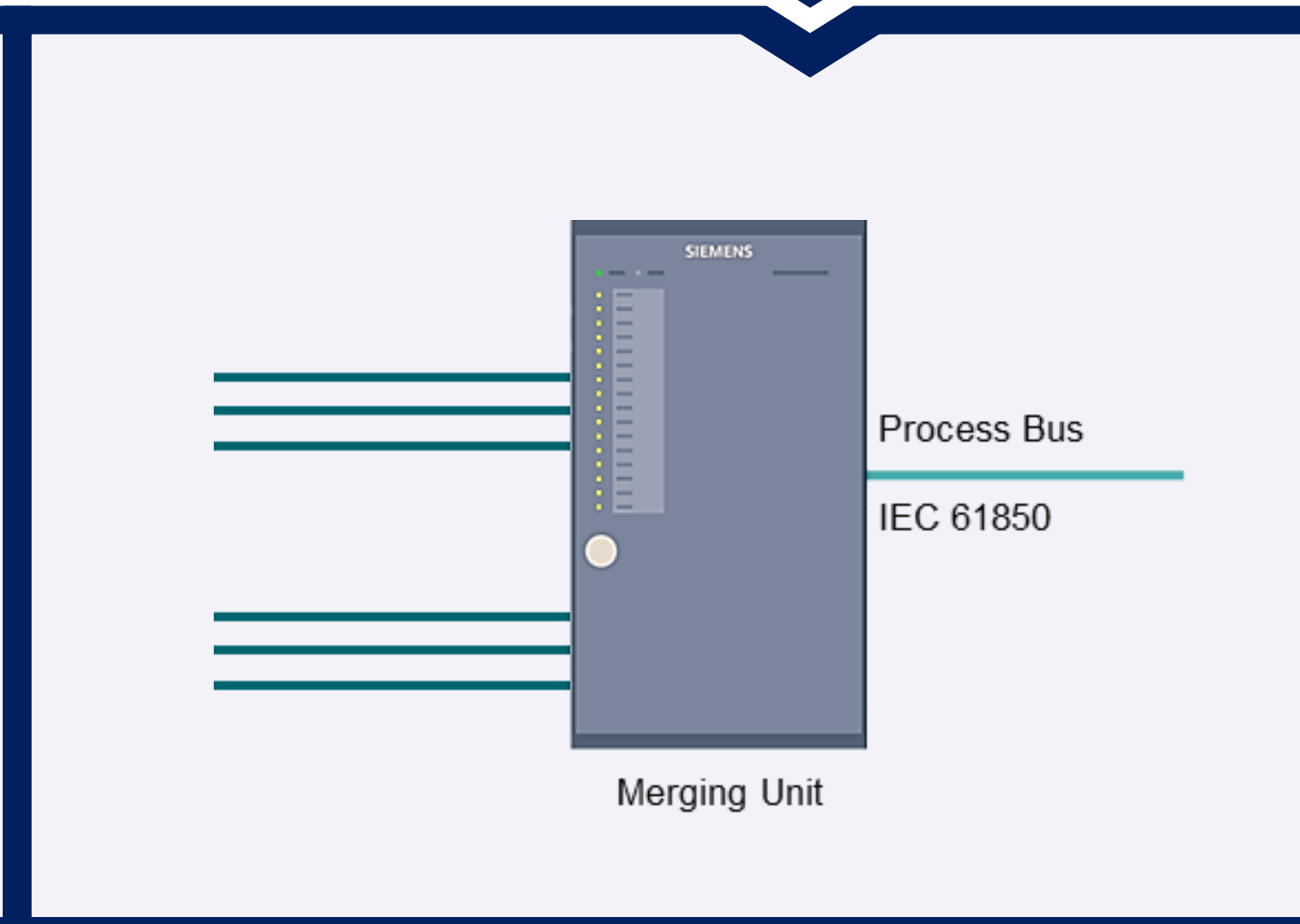


primäre Anlage mit integrierten Messwandlern (LPITs)



Betriebssicherheit - Risiko
der offenen Stromkreise ist
stark reduziert oder
komplett eliminiert,
Auslegung der
konventionellen Wandler
einfacher

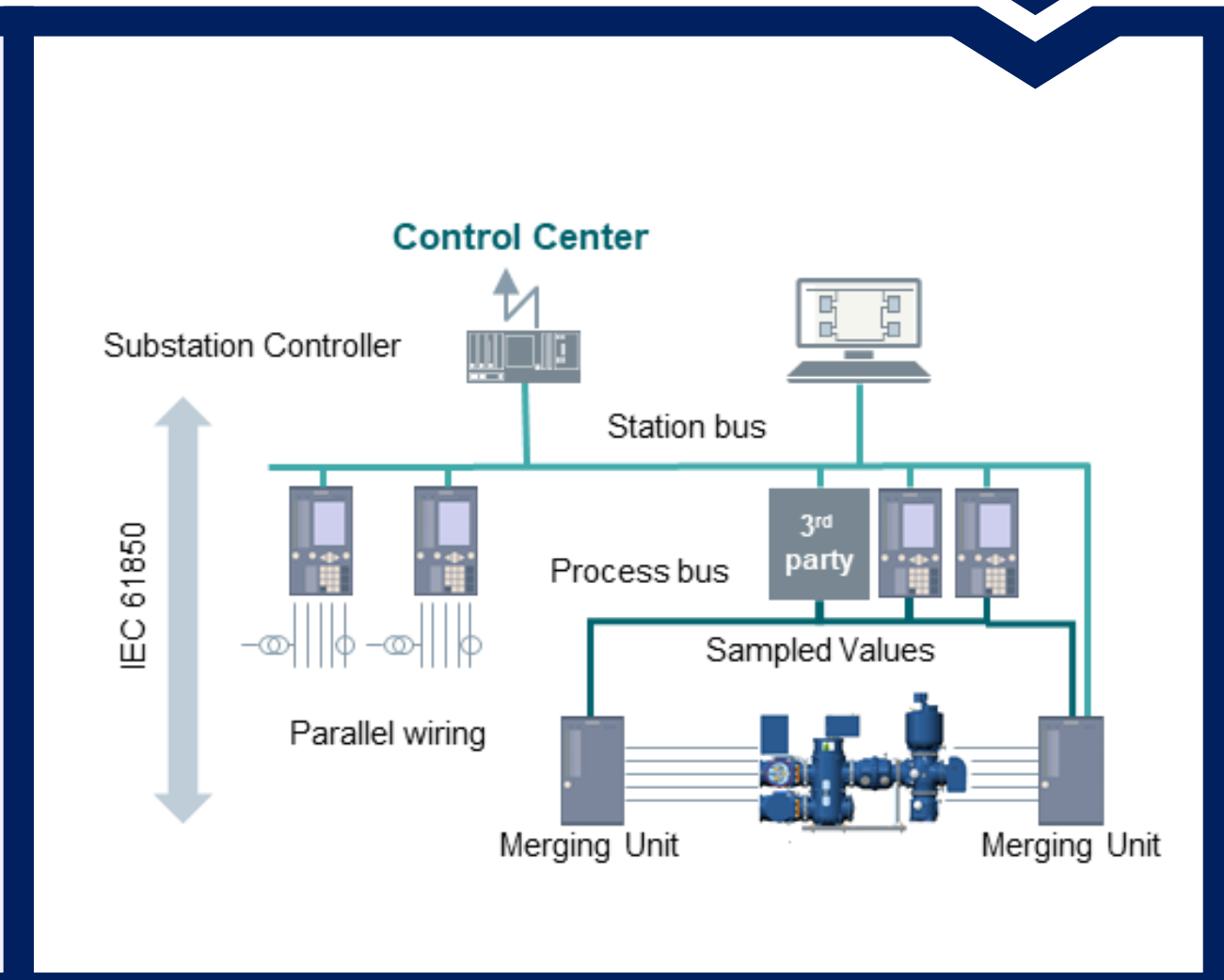
Merging Unit



Kosten – "weniger Kupfer",
Verdrahtungsfehler reduziert, schnelle
Installation und Inbetriebnahme
Unabhängigkeit – Interoperabilität
erlaubt Multi-Hersteller Lösungen
basierend
auf IEC 61850 Standard

Mehr Sicherheit für elektronische Geräte in
Kontrollraum

Prozessbus-Anwendung

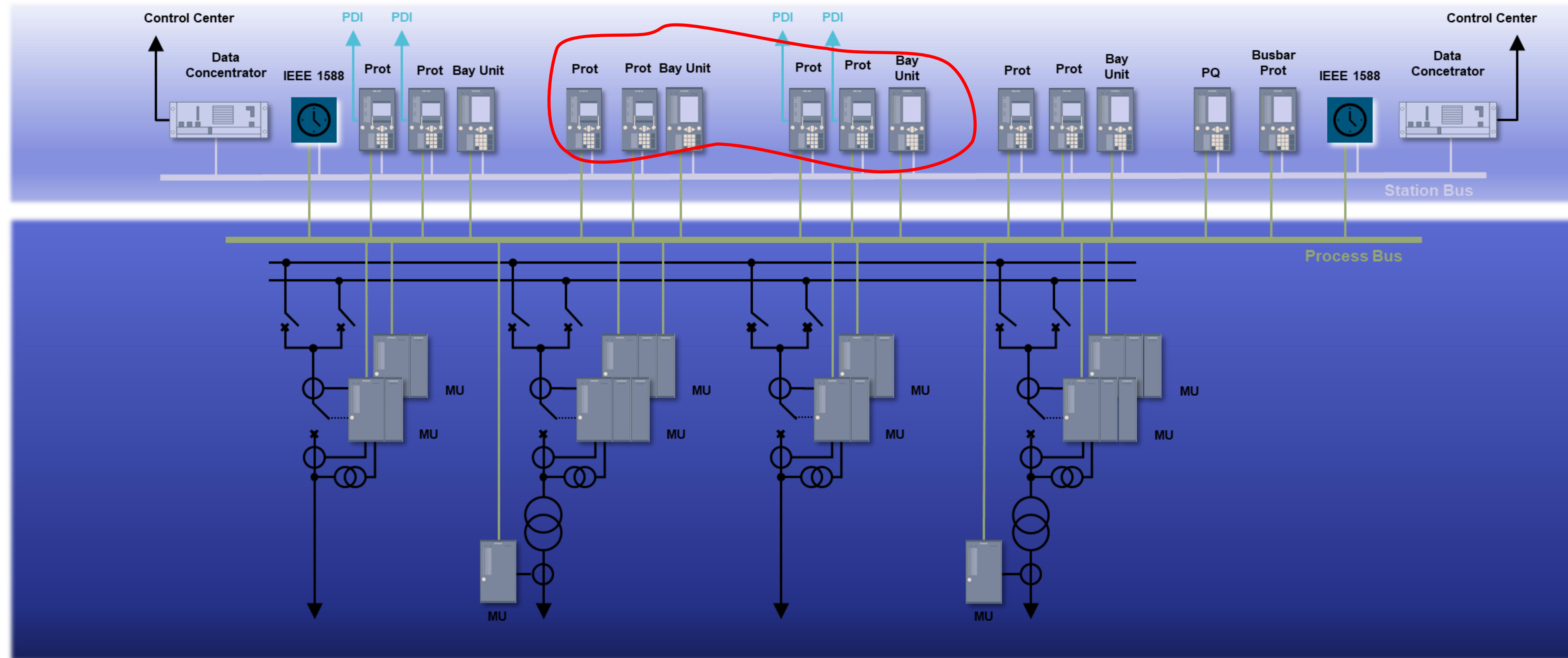


Niedrige Platzanforderungen,
Größeres Spektrum an
Anwendungen
Skalierbarkeit, Erweiterbarkeit

Quelle: Prozessbus, Siemens AG

übergeordnet Centralized Protection and Control System (Wandlung in CPC Centralized Protection and Control System in der Station)

Applikationserweiterung

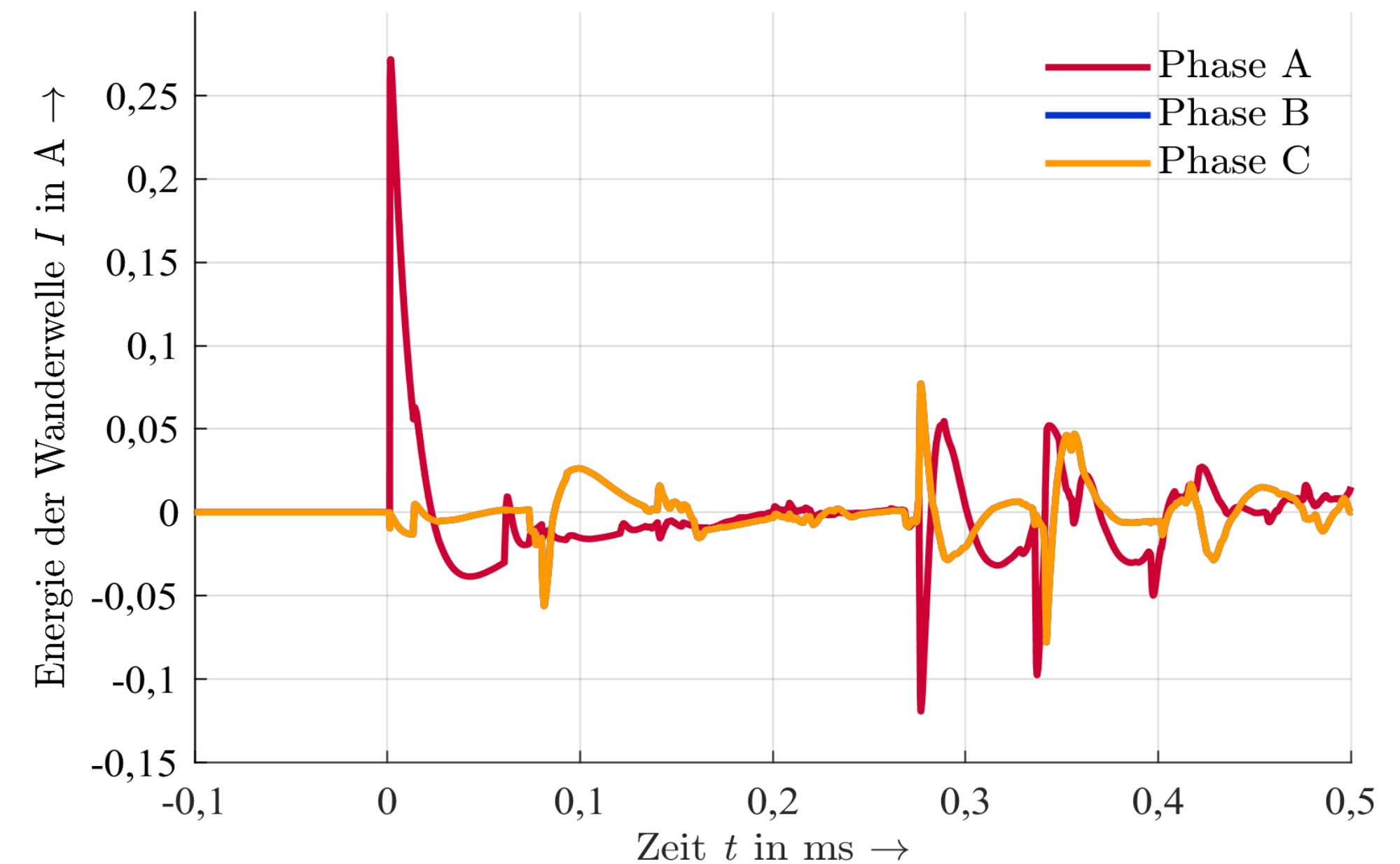
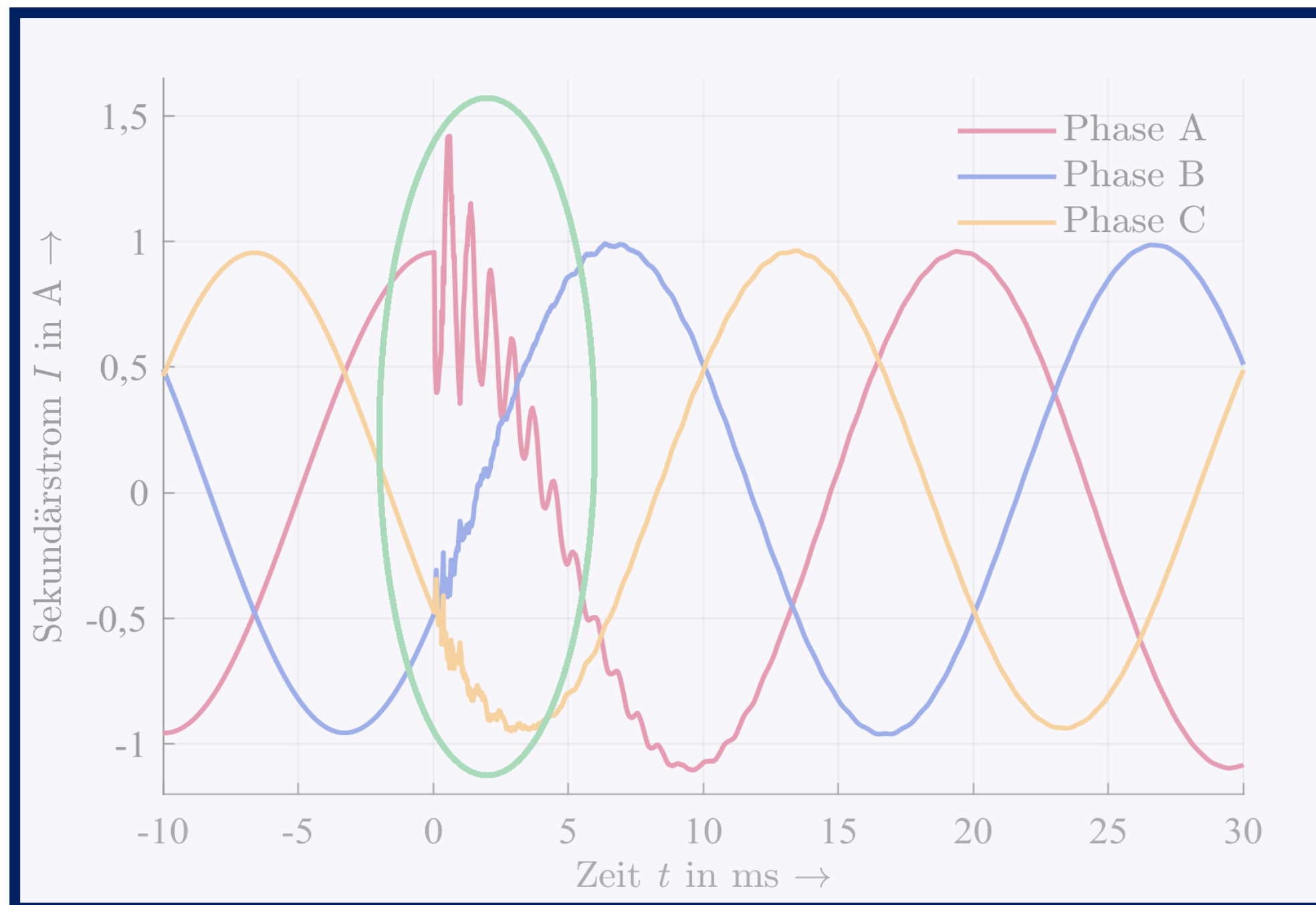


Quelle: Prozessbuss, Stationsautomation, Siemens AG

- **einfache Parametrierung**
- **ultraschnelle Reaktion und somit einfache Trennung zwischen kurzzeitig nacheinander auftretenden Events**

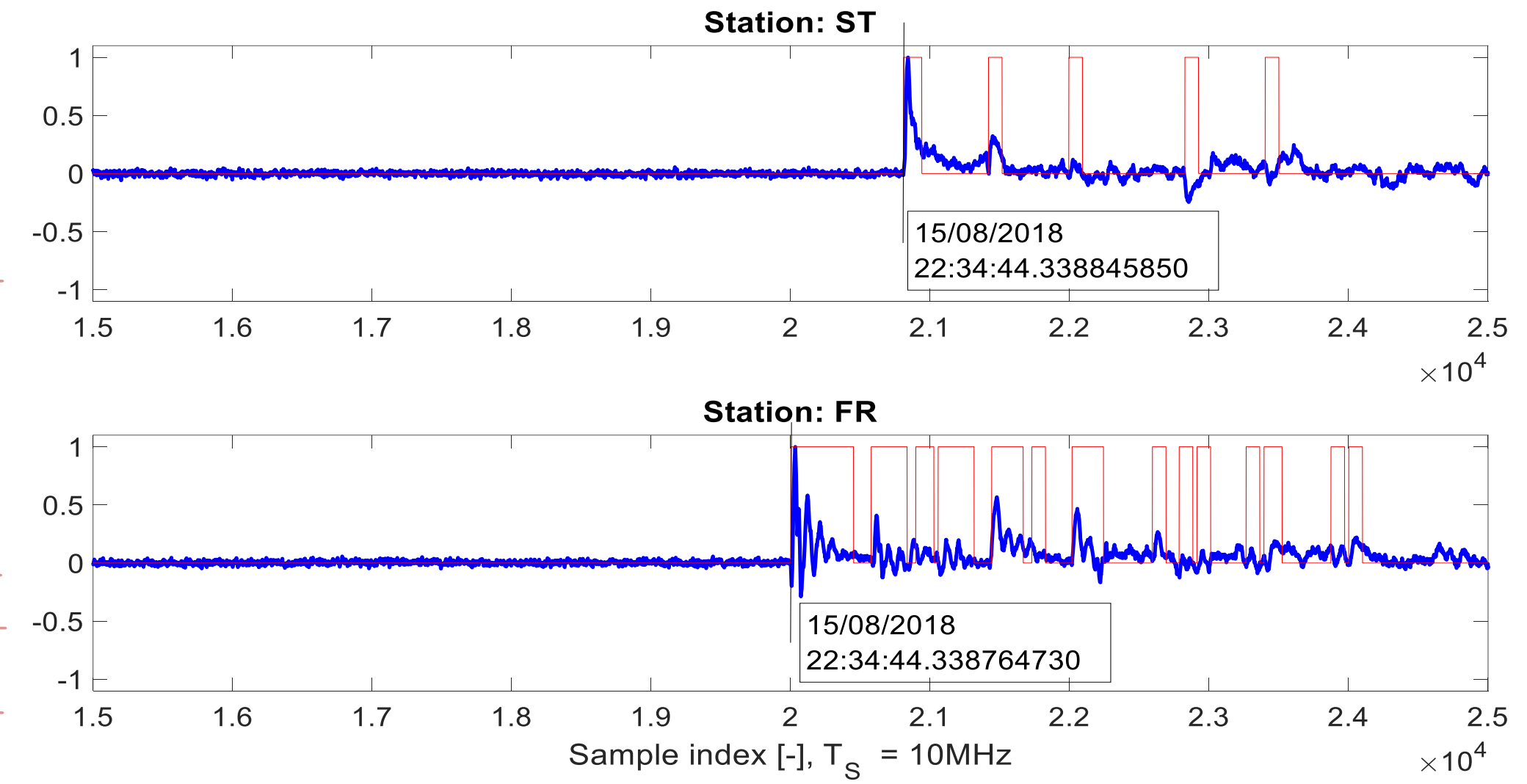
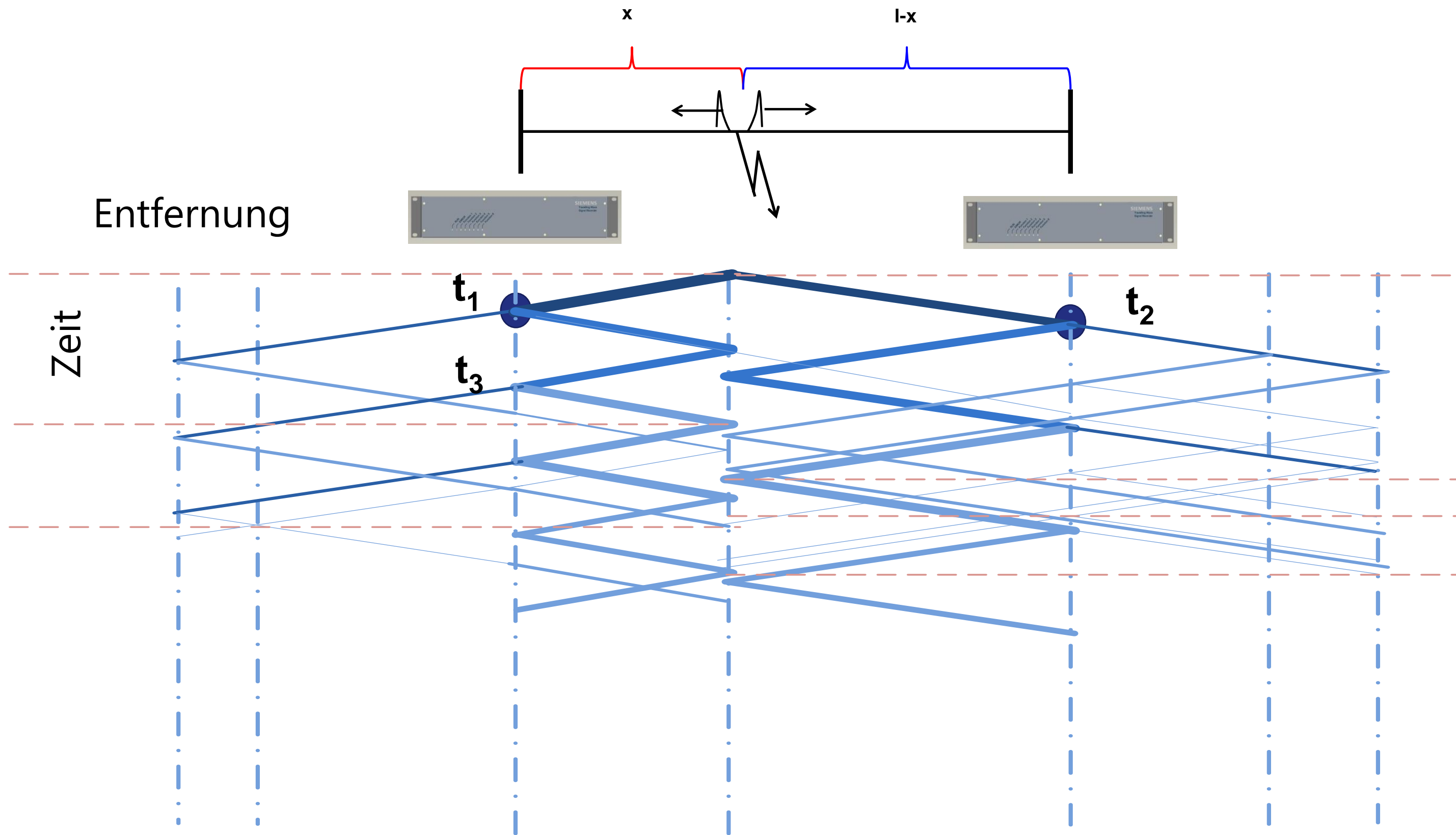
**neue
Technologien:
z.B.
Wanderwellen**

- aber 1ms bedeutet etwa 300km in der Entfernung (Freileitung) (hochfrequent-abgetastete Aufnahme-Gerät notwendig)
- aber für Applikation mit mehrere Enden ist eine sehr genaue Synchronisation notwendig.
- aber ein verpasstes Event kann nicht mehr behandelt werden!
- aber Einfluss der sekundären Messkreise muss berücksichtigt werden





Wanderwellen-Fehlerortung



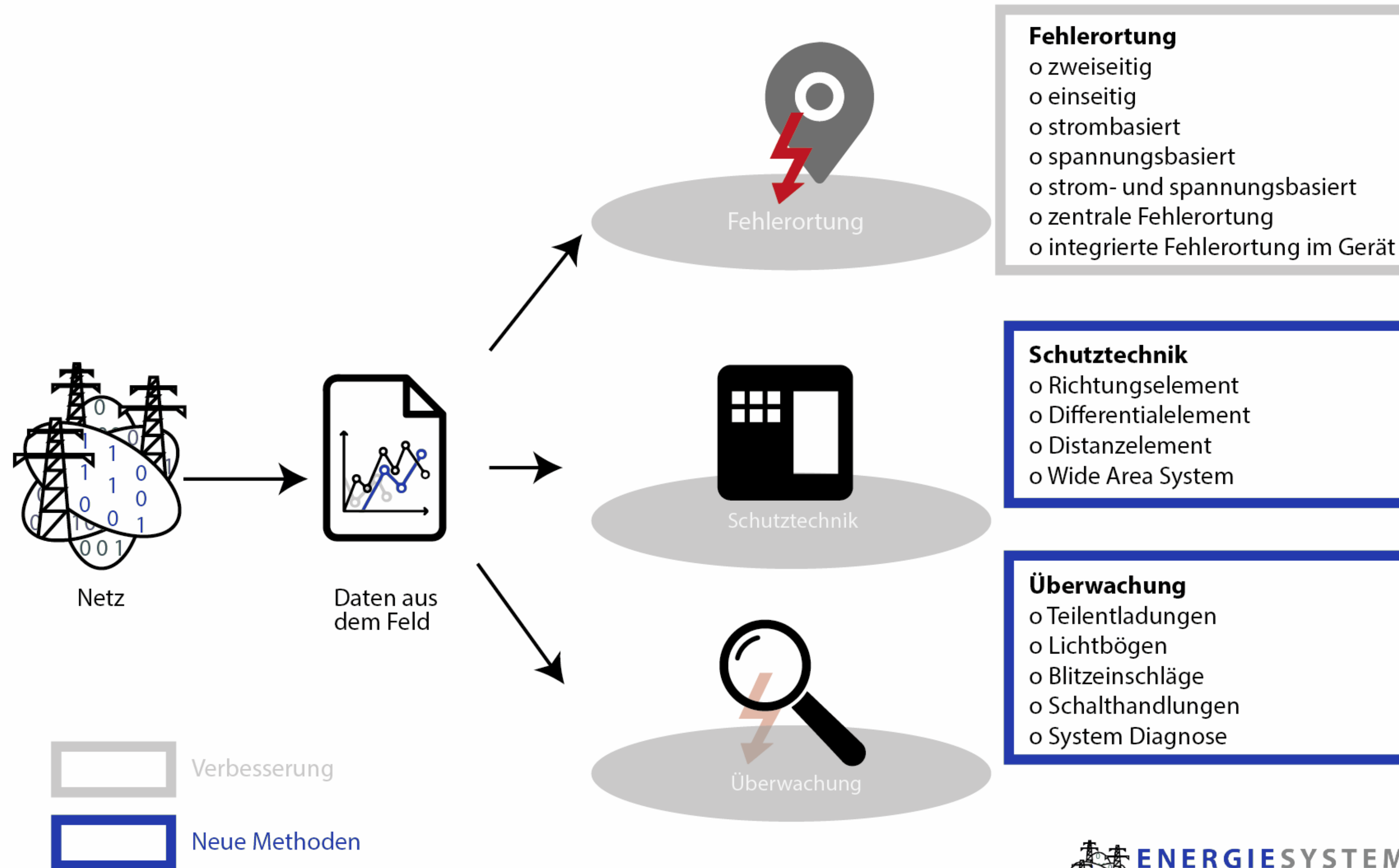
$$\text{FO zweiseitig} = \frac{1}{2}[l + v(t_1 - t_2)] = 8,51 \text{ km}$$

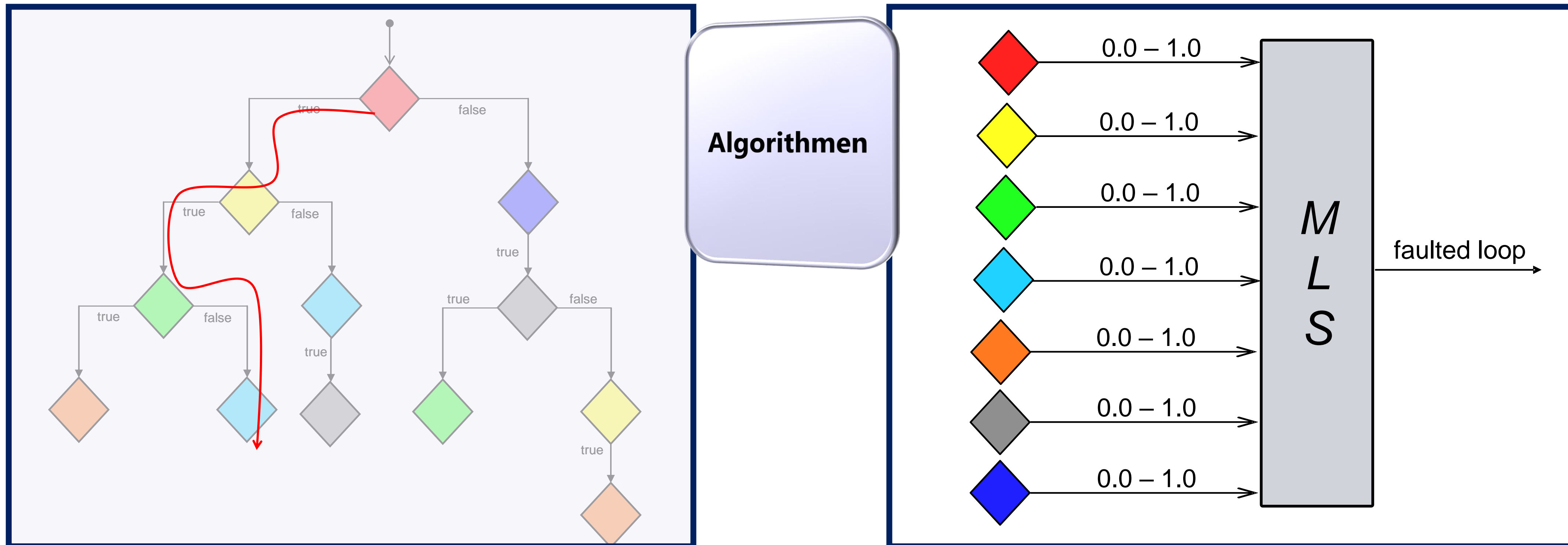
$$\text{FO einseitig} = \frac{1}{2}[v(t_{\text{FR2}} - t_{\text{FR1}})] = 8,38 \text{ km}$$

$$\Delta t = t_1 - t_2$$

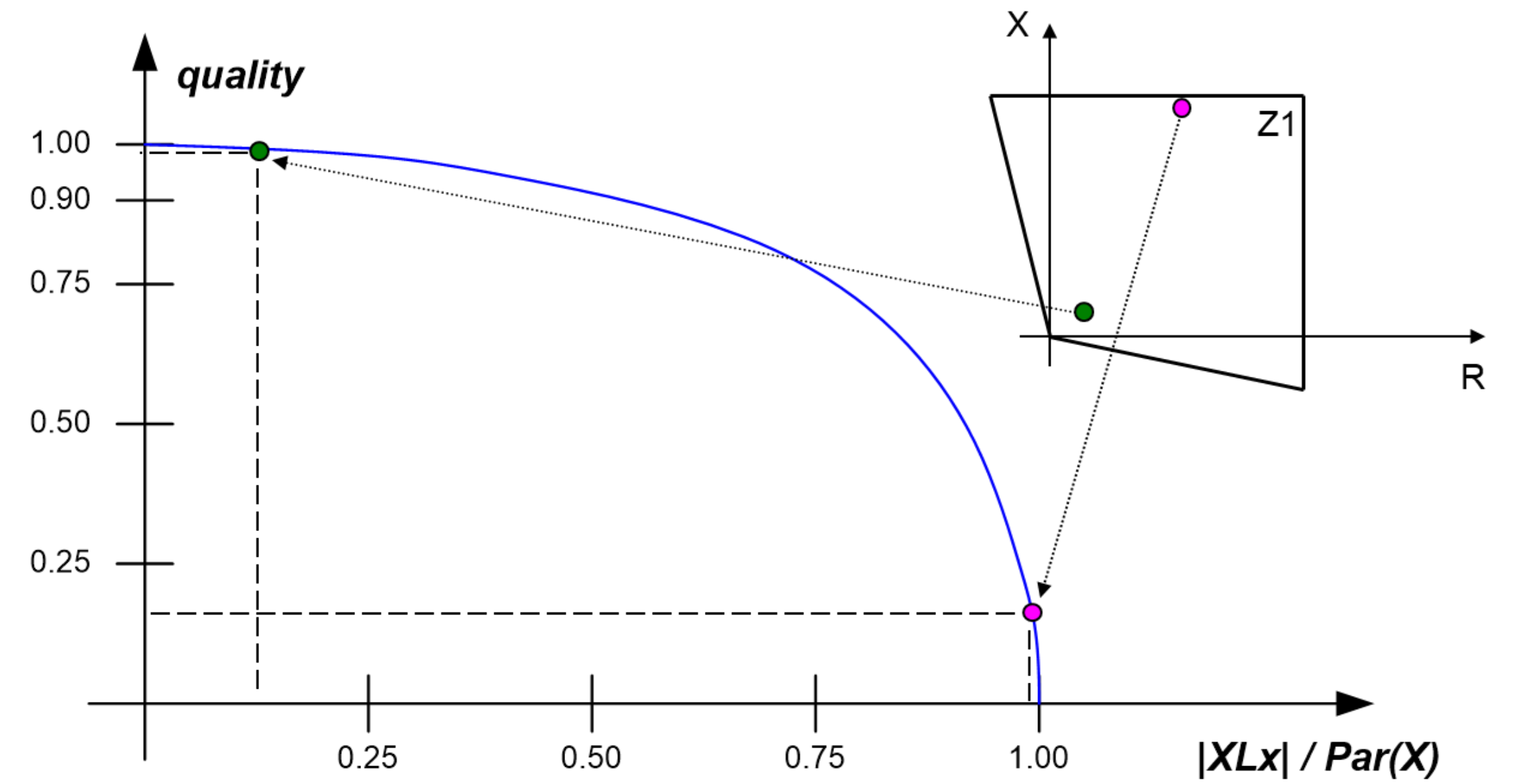
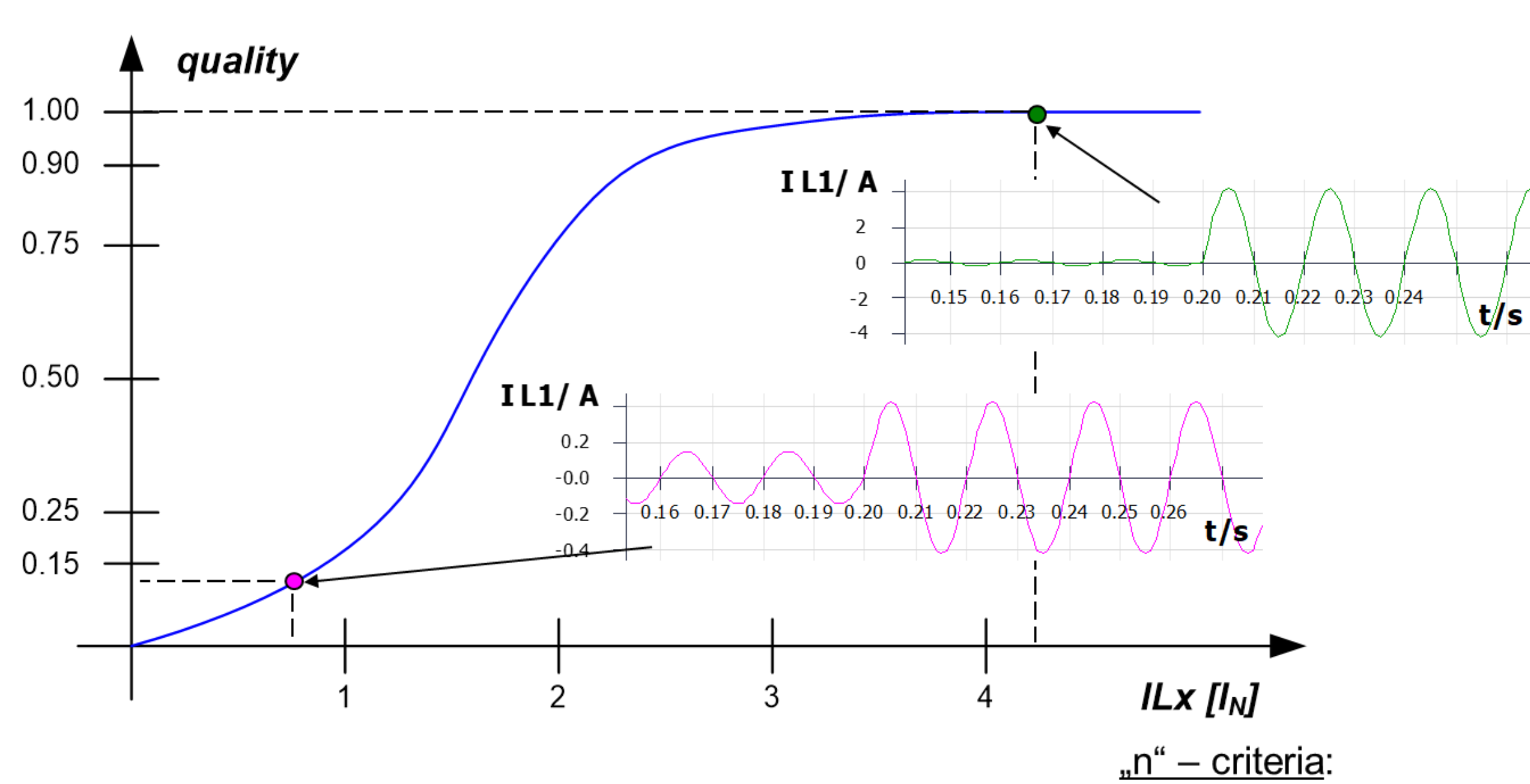
$$x = \frac{l + \Delta t \cdot v}{2}$$

Anwendungen der „Wanderwellen-Technologie“





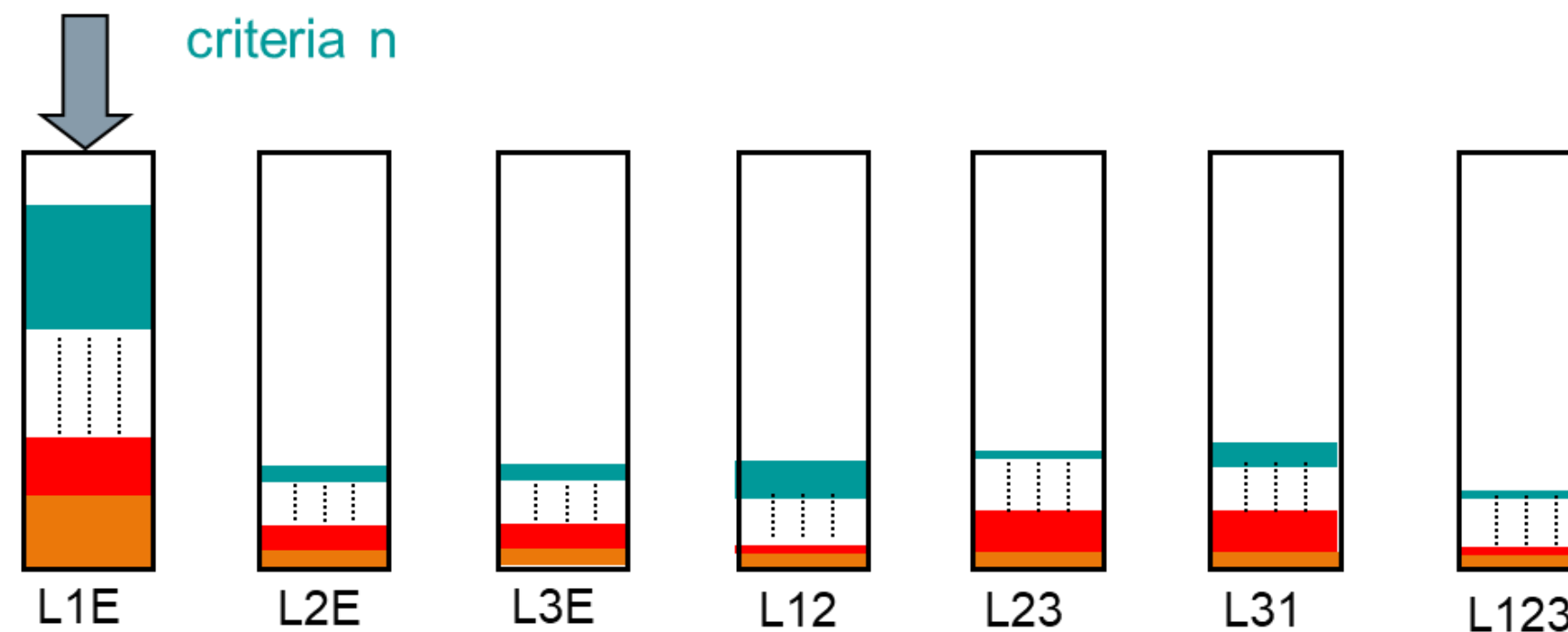
- Alle vorhandenen Informationen werden parallel ausgewertet
- Unschärfe der Kriterien wird durch Qualität ausgedrückt
- Fehlerhaftes Ansprechen eines Kriteriums führt nicht zum fehlerhaften Ansprechen des Algorithmus
- Wichtung der Kriterien kann eingestellt bzw. angepasst werden
- Einfach zu pflegen (Erweiterung, Löschung, Zufügung möglich) kundenspezifische Kriterien als Instanzierungsblöcke



„n“ – criteria:

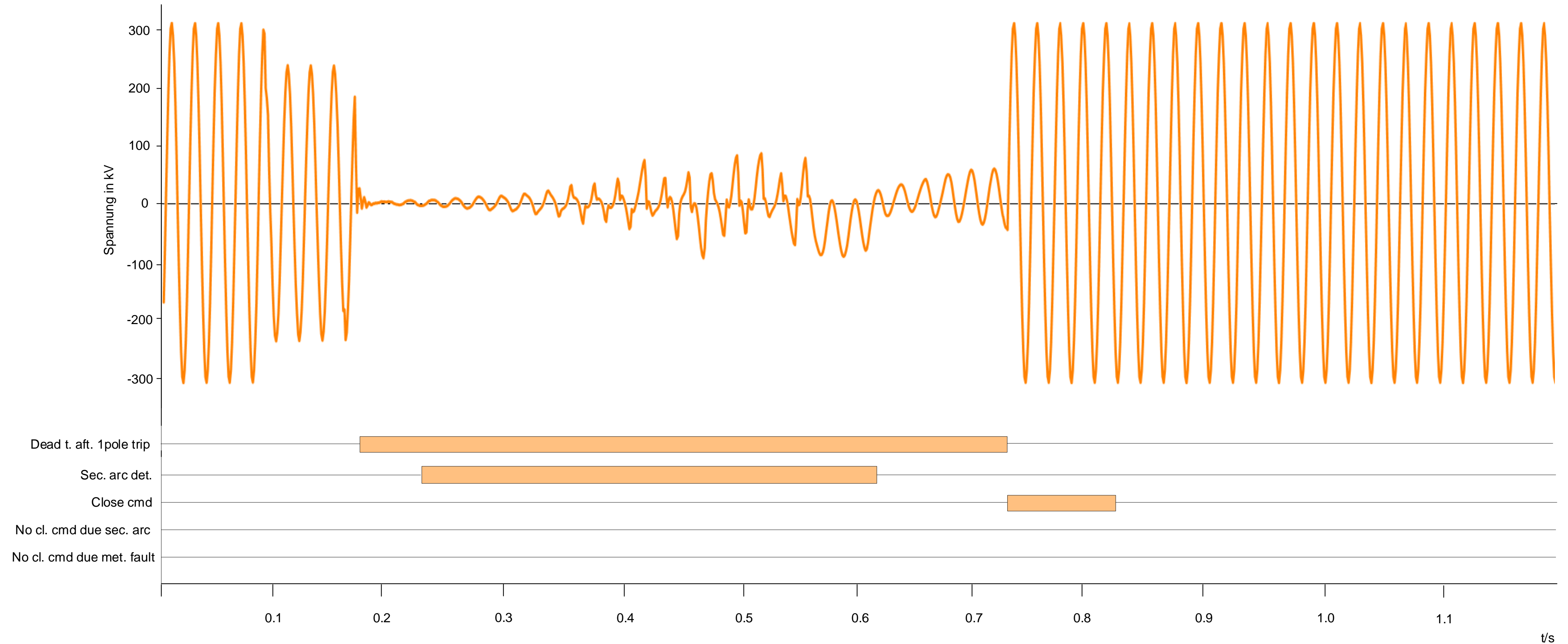
criteria 1
criteria 2

...
criteria n



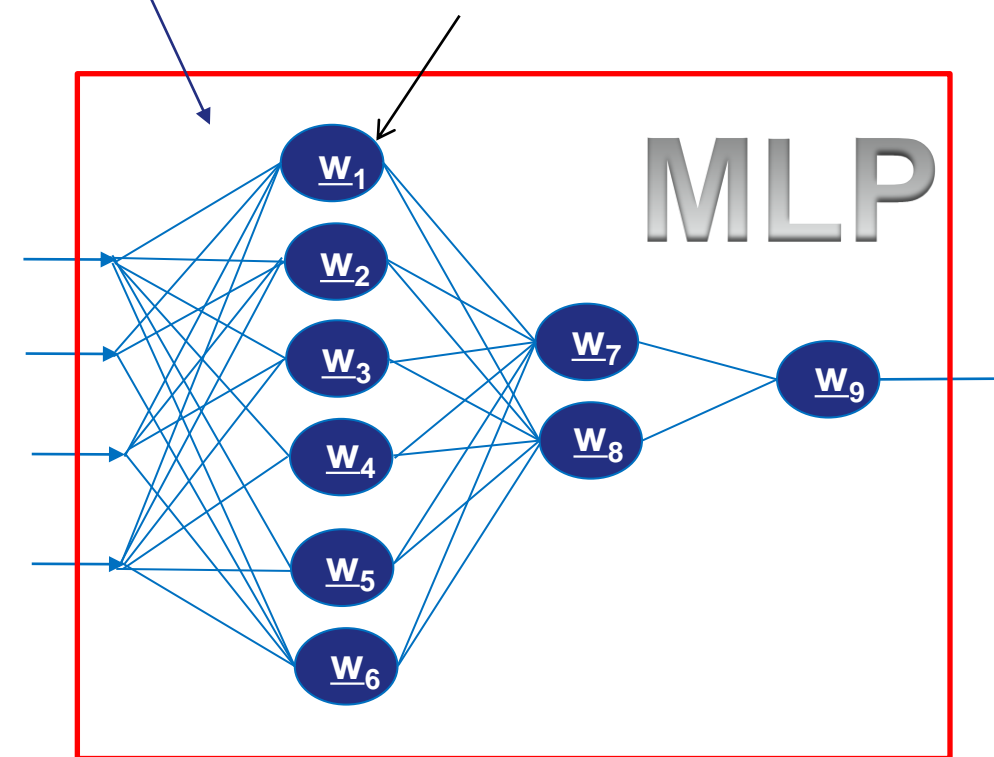
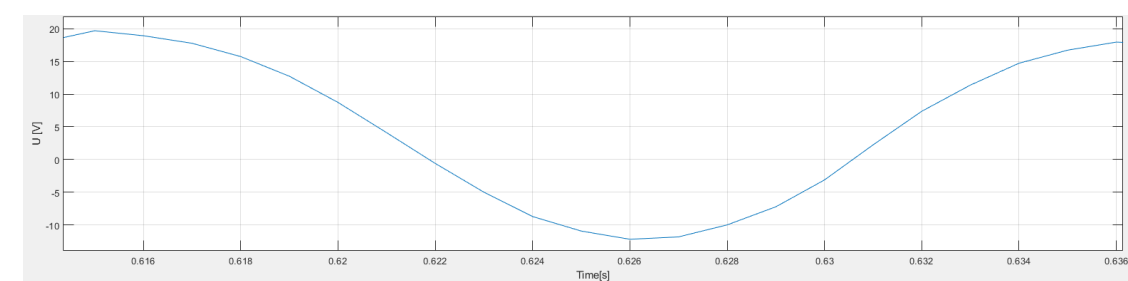
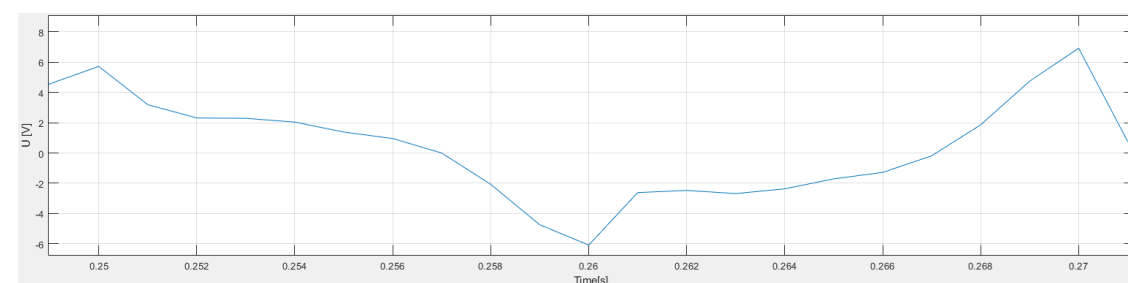
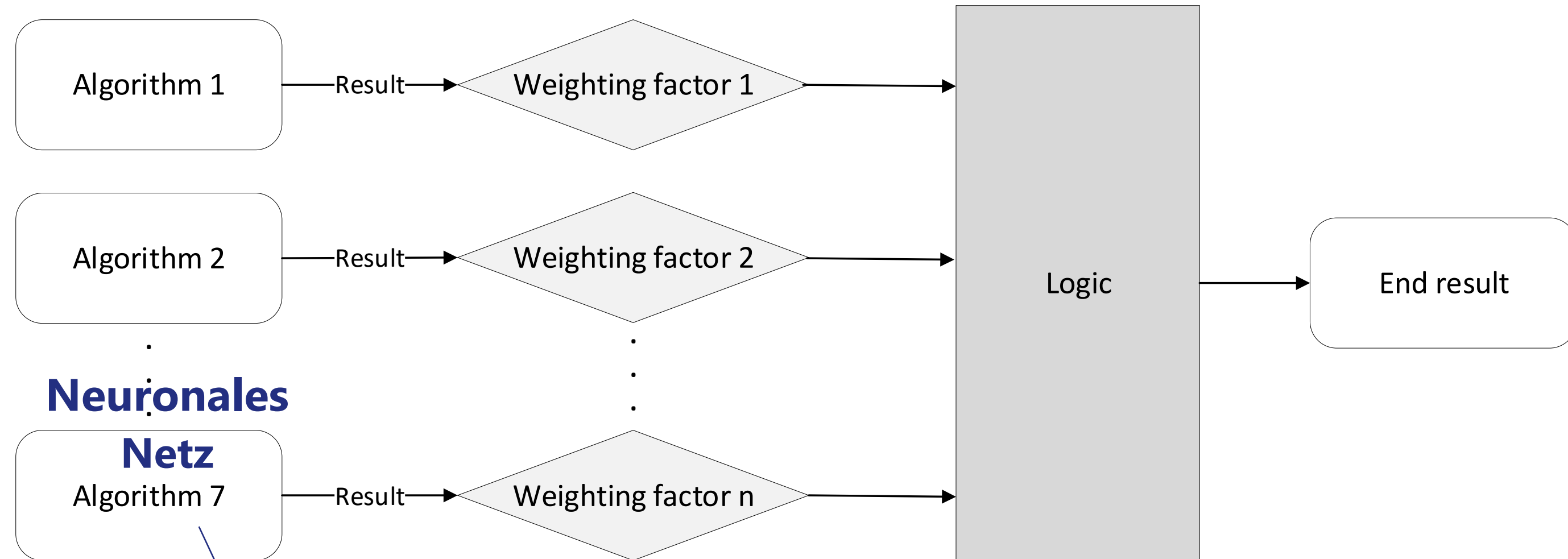


Beispiel : Erkennung eines sekundären Lichtbogens während einpoliger Pause



Multi-Kriterialer Ansatz:

- Spannungswinkel
- 5 Varianten basierend auf die Detektion von Harmonischen und Zwischenharmonischen
- Neuronale Netze**



Ausgang

0.0 .. 1.0

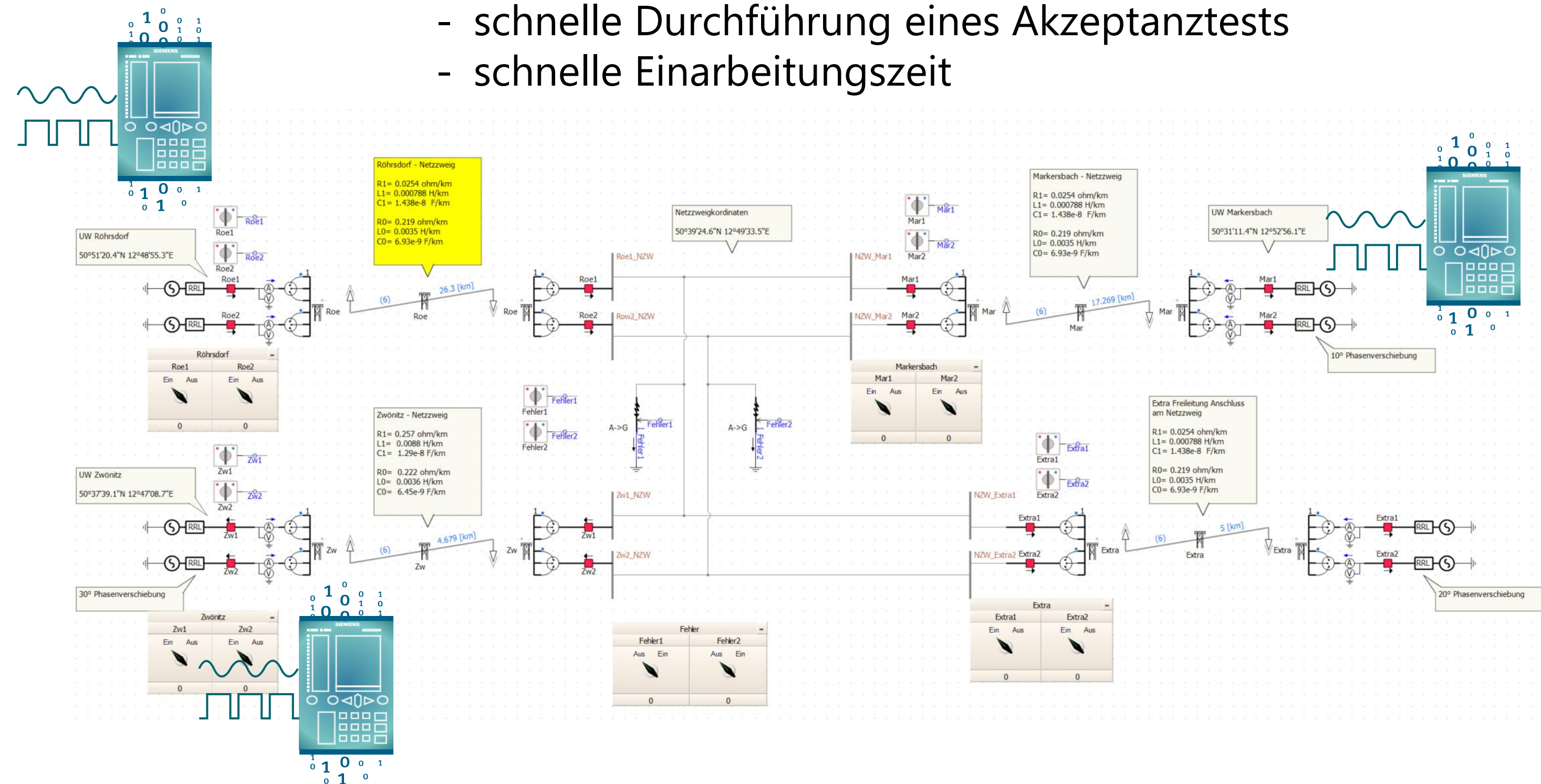
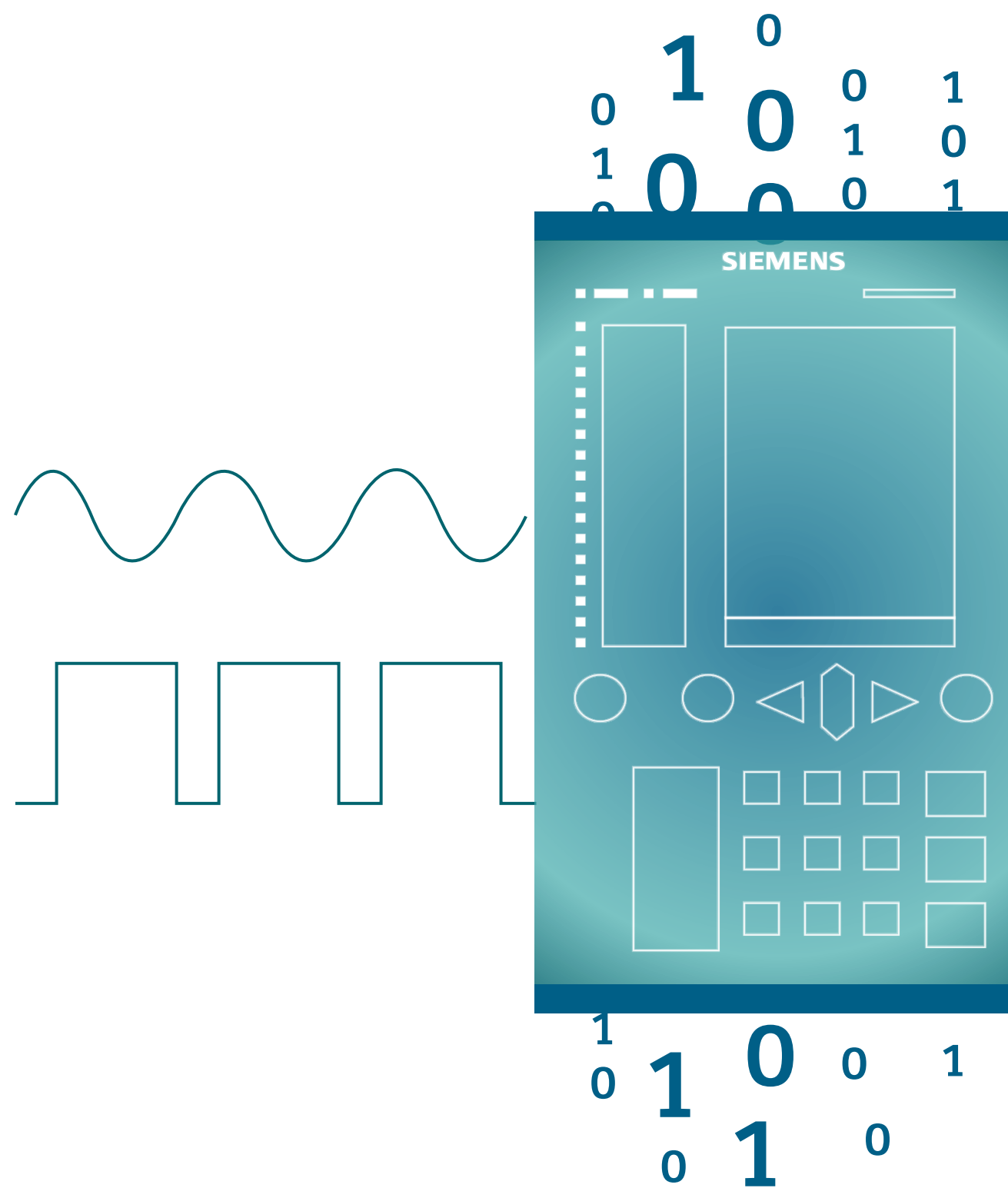
**1.0
sekundärer
Lichtbogen:
0.0**

Testen der Komplexität → DigitalTwin

Testen und Settings-Optimierung mit DigitalTwin

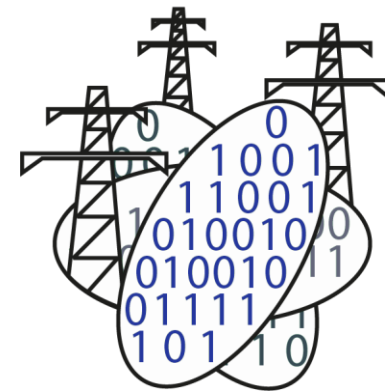
Vorteile gegenüber Real-Time-Simulatoren bzw. anderen Testverfahren ist:

- Kostenreduktion (teureres Equipment ist nicht mehr benötigt)
- Umfangreicher Test unter Verwendungen mehrerer Geräte möglich
- schnelle Durchführung eines Akzeptanztests
- schnelle Einarbeitungszeit





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



ENERGIESYSTEME

an der Fakultät Elektrotechnik und Informatik
Hochschule Zittau/ Görlitz

Prof. Dr.-Ing. Cezary Dzienis

Hochschule Zittau/Görlitz
Fakultät Elektrotechnik und Informatik
Fachgebiet Netzschutz / Intelligente Netzführung

cezary.dzienis@hszg.de
Telefon: +49 3583 612 4568



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

FAKULTÄT
ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIK