

ArbeitsKreis 952.0.1:

Applikationen mit Diensten der IEC61850

Version 1.0

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	5
1.1	Verwendete Anlagentopologie.....	5
1.2	Verwendete Bezeichnungen.....	5
1.3	Verfügbare Dienste nach IEC61850	5
1.4	Vergleich der Zugriffsarten	9
1.5	Einheitliche Bewertungstabelle zu den Applikationen	9
2	Rückwärtige Verriegelung	12
2.1	Applikation.....	12
2.2	Informationen und Kommunikationsteilnehmer.....	13
2.3	Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)	13
2.4	Zeitanforderungen	13
2.5	Bewertung der möglichen Dienste.....	14
2.6	Gewählte Dienste	14
2.7	Prozeduren.....	15
2.8	Randbedingungen	15
3	Schaltgerätesteuerung.....	16
3.1	Applikation.....	16
3.2	Informationen und Kommunikationsteilnehmer.....	17
3.3	Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)	17
3.4	Zeitanforderungen	17
3.5	Bewertung der möglichen Dienste.....	17
3.6	Gewählte Dienste	18
3.7	Prozeduren.....	18
3.8	Randbedingungen	21
4	Realisierung einer Anlagenverriegelung.....	22
4.1	Applikation.....	22
4.2	Informationen und Kommunikationsteilnehmer.....	22
4.2.1	Informationsarten.....	22
4.2.2	Realisierungskonzepte	22
4.2.3	Vergleich der Konzepte	24
4.3	Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)	25
4.3.1	Schaltgerätestellungsmeldungen.....	26
4.3.2	Freigabeinformationen von Schaltgeräten	26
4.3.3	Generelle Status- und Freigabeinformationen	26
4.3.4	Störmeldungen und Messwerte	26
4.4	Zeitanforderungen.....	27

4.5	Bewertung der möglichen Dienste.....	27
4.5.1	Zentrale Anlagenverriegelung in Stationseinheit.....	27
4.5.2	Dezentrale Anlagenverriegelung in dedizierter Feldeinheit.....	28
4.5.3	Dezentrale Anlagenverriegelung in Feldeinheiten.....	28
4.6	Gewählte Dienste.....	28
4.6.1	Dienste / Verriegelungsfunktion.....	28
4.6.2	Dienste / Melderichtung Stations- und Netzleitebene.....	29
4.7	Prozeduren.....	29
4.8	Randbedingungen.....	29
5	Schalten mit Synchrocheckfunktion.....	30
5.1	Applikation.....	30
5.2	Informationen und Kommunikationsteilnehmer.....	30
5.2.1	Informationen.....	30
5.2.2	Kommunikationsteilnehmer.....	31
5.3	Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA).....	31
5.4	Zeitanforderungen.....	32
5.5	Bewertung der möglichen Dienste.....	32
5.6	Gewählte Dienste.....	33
5.7	Prozeduren.....	33
5.8	Randbedingungen.....	33
6	Nachbildung der Sammelschienenspannung.....	34
6.1	Applikation.....	34
6.2	Informationen und Kommunikationsteilnehmer.....	34
6.3	Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA).....	35
6.4	Zeitanforderungen.....	36
6.5	Bewertung der möglichen Dienste.....	36
6.6	Gewählte Dienste.....	36
6.7	Prozeduren.....	37
6.8	Randbedingungen.....	37
7	Inbetriebnahme und Prüfung.....	38
7.1	Applikation.....	38
7.1.1	<i>Übersicht zur Inbetriebnahme und Prüfung.....</i>	39
7.1.2	<i>Normalbetrieb.....</i>	42
7.1.3	<i>Prüfung Primärgeräte und Verdrahtung je Feld.....</i>	42
7.1.4	<i>Schutzprüfung.....</i>	42
7.1.5	<i>Inbetriebsetzungsprüfungen je Feld.....</i>	44
7.1.6	<i>Inbetriebsetzungsprüfungen je Anlage.....</i>	45
7.1.7	<i>Prüfung der Kommunikation zu LT, Archivrechner, NLT.....</i>	46
7.1.8	<i>Einschränkungen.....</i>	48

7.2	Informationen und Kommunikationsteilnehmer.....	48
7.3	Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)	48
7.4	Zeitanforderungen	49
7.5	Bewertung der möglichen Dienste.....	49
7.6	Gewählte Dienste	49
7.7	Prozeduren.....	50
7.8	Randbedingungen	50
8	Fern-/Ortumschaltung	51
8.1	Applikation.....	51
8.2	Informationen und Kommunikationsteilnehmer.....	51
8.3	Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)	51
8.4	Zeitanforderungen	52
8.5	Bewertung der möglichen Dienste.....	52
8.6	Gewählte Dienste	53
8.7	Prozeduren.....	53
8.8	Randbedingungen	54
9	Übertragung von Störfallaufzeichnungen auf einen Archivierungsrechner	55
9.1	Applikation.....	55
9.2	Informationen und Kommunikationsteilnehmer.....	56
9.3	Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)	56
9.3.1	Logisches Gerät	56
9.3.2	Logische Knoten	56
9.4	Zeitanforderungen	57
9.5	Bewertung der möglichen Dienste.....	57
9.6	Mögliche Dienste	57
9.7	Prozeduren.....	58
9.8	Randbedingungen	59
10	Empfehlungen zur Wahl der Dienste.....	60
10.1	Motivation für diese Empfehlungen	60
10.2	Ergebnisse	60
10.3	Abschlußanmerkungen	61

1 Allgemeines

1.1 Verwendete Anlagentopologie

Die im Rahmen dieses Arbeitspapiers aufgeführten Applikationen und verwendeten Dienste beziehen sich auf ausgewählte Schaltfelder der in GAK 15 erstellten Muster-Schaltanlage (Bild 1, mit Betriebsmittelbezeichnungen nach IEC61346).

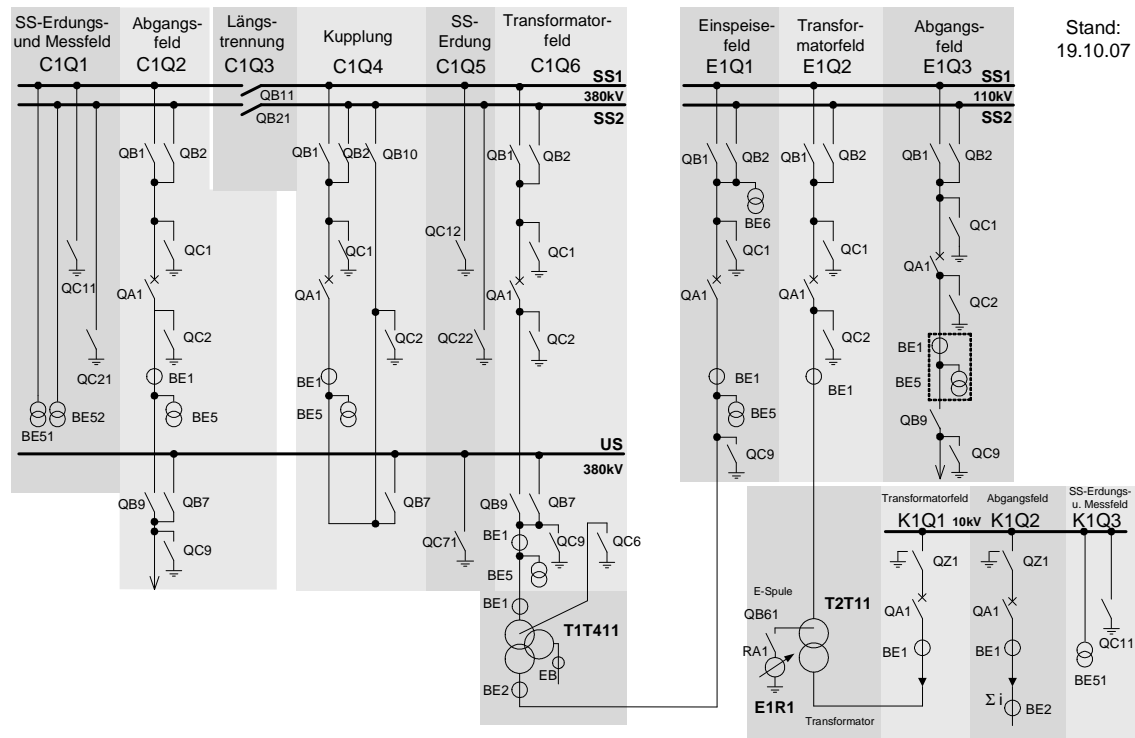


Bild 1: Muster-Schaltanlage GAK15

1.2 Verwendete Bezeichnungen

Der Begriff „Feldeinheit“ steht für ein beliebiges Gerät in der Feldeleitebene mit Kopplung an die Primärtechnik. Eine „Feldeinheit“ steht für alle möglichen Formen von Feldgeräten wie eine Schutzeinrichtung, Steuereinrichtung, Kombinierte Schutz- und Steuereinrichtungen. Es muß nicht einem bestimmten Schaltfeld zugeordnet sein, es kann auch feldübergreifende Funktionen besitzen. Es können pro Schaltfeld auch mehrere solcher Feldgeräte, z.B. ein Schutzgerät und ein Steuergerät parallel, vorhanden sein. Alle im Dokument beschriebenen Funktionen sind somit für jedes Feldgerät eigenständig zu verstehen.

Im Rahmen der IEC61850 entspricht eine Feldeinheit einem „IED“ (Intelligent Electronic Device).

1.3 Verfügbare Dienste nach IEC61850

Die nachfolgende Tabelle beschreibt die in der IEC61850 verfügbaren Dienste und ihre Vor- und Nachteile bzw. die damit verbundenen Randbedingungen.

Service model	Description	Services	Ablauf	Vorteil	Nachteil	Randbedingung
Server	Stellt das externe Verhalten eines IEDs dar. Alle anderen Dienste sind Teil des Servers.	ServerDirectory	Polling per request / response: Client-Server-Kommunikation zum gezielten Lesen / Schreiben von Daten auf dem Server	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Datenaufkommen beschränkt sich auf den für den Client benötigten Anteil ▪ Verbindungsüberwachung implizit enthalten 	Hohes Datenaufkommen durch Point-Point-Kommunikation und damit je Empfänger eine Message → damit nur bedingt für zeitkritische Anwendungen geeignet,	im Client muss Verhalten für Verbindungsaufbau definiert werden (z.B. GA)
Application association (Anwendungsverbindung)	Verfahren, wie zwei oder mehr Geräte angeschlossen sein können. Liefert verschiedene Sichten auf ein Gerät: eingeschränkter Zugriff auf die Information und Funktionen des Servers	Associate Abort Release				
Logical device (Logisches Gerät)	Stellt eine Gruppe von Funktionen dar; jede Funktion ist als ein Logischer Knoten definiert	LogicalDeviceDirectory GetAllDataValues				
Logical node (Logischer Knoten)	Stellt eine bestimmte Funktion des Stationssystems dar, z. B. Überspannungsschutz	LogicalNodeDirectory				
Data (Datenobjekt)	Bietet eine Möglichkeit, um eingegebene Information zu spezifizieren, z. B. Schalterstellung eines Schalters mit Qualitätsinformation und Zeitstempel	GetDataValues SetDataValues GetDataDefinition GetDataDirectory				
Data set (Datensatz, - gruppe)	Erlaubt, verschiedene Daten zu gruppieren	GetDataSetValue SetDataSetValue CreateDataSet DeleteDataSet GetDataSetDirectory				
Substitution (Ersatzwerte setzen)	Erlaubt, einen Prozesswert durch einen manuell eingegebenen Wert zu ersetzen	SetDataValues				

Service model	Description	Services	Ablauf	Vorteil	Nachteil	Randbedingung
Setting group control (Einstellwerte ändern)	Definiert, wie man Werte von Parametergruppen umschalten, und wie man Parametergruppen bearbeiten kann	SelectActiveSG SelectEditSG SetSGValues ConfirmEditSGValues GetSGValues GetSGCBValues	Client schaltet gezielt Parametersätze um	Verbindungsüberwachung implizit enthalten Keine Alternative möglich		im Client muss Verhalten für Verbindungsaufbau definiert werden nach Restart des Servers muss eingestellte PG aktiv bleiben
Reporting and logging (Melden und Archivauslesen)	Beschreibt die Bedingungen für das Melden von Einträgen in Ereignisarchive (Historie) basierend, auf vom Client vorgegebenen Parametern. Meldungen können durch Änderungen von Prozessdatenwerten oder durch Änderungen von Qualitätsinformationen ausgelöst werden. Ereignisarchive können später abgefragt werden. Meldungen können sofort oder verzögert (gepuffert) gesendet werden.	Buffered RCB: Report GetBRCBValues SetBRCBValues	Server hat je Client einen Control Block entsprechend er spontan oder zyklisch Reports sendet Bei Unterbrechung werden die Messages in einem begrenzten Puffer zwischengespeichert	Optimierung des Datenaufkommen Kein Verlust von Zustandsänderungen während Übertragungsunterbrechung	Bedingt für zeitkritische Anwendungen geeignet Nach Wiederaufbau der Verbindung werden alte/historische Daten übertragen, was zur Verzögerung von aktuellen Statusmeldungen führen kann	Gesamte Reportzeit steigt durch die Anzahl der beteiligten Clients
		Unbuffered RCB: Report GetURCBValues SetURCBValues	Server hat je Client einen Control Block entsprechend er spontan oder zyklisch Reports sendet	Optimierung des Datenaufkommen	Bedingt für zeitkritische Anwendungen geeignet Zustandsänderungen gehen bei Unterbrechung verloren	Gesamte Reportzeit steigt durch die Anzahl der beteiligten Clients
		Log CB: GetLCBValues SetLCBValues Log: QueryLogByTime QueryLogAfter GetLogStatusValues	Archiv (Log) wird im Server generiert und nach Anforderung zum abfragenden Client gesendet	Datentransfer nur nach Bedarf und belastet nicht den betrieblichen Datenverkehr	Ressourcenbedarf (Speicher) im Server Nicht für zeitkritische Anwendungen geeignet	
Generic substation events (GSE) (allgemeine Ereignisübertragung)	Bietet schnelles und zuverlässiges, systemweites Verteilen von Daten; Peer-to-Peer-Datenaustausch von binären Statusinformation	GOOSE CB: SendGOOSEMessage GetGoReference GetGOOSEElementNumber GetGoCBValues SetGoCBValues	Zyklische / spontane Multicast-Übertragung von DataSets ohne Empfangsbestätigung	Schnelle Übertragung da direkt auf Link-Layer Priorisierung über VLAN Konfiguration über SCL auf Basis DataSets	Keine direkte Verbindungsüberwachung	Auswertung der Datensicherung muss in Applikation erfolgen

Service model	Description	Services	Ablauf	Vorteil	Nachteil	Randbedingung
	der Schutzgeräte	GSSE CB: SendGSSEMessage GetGsReference GetGSSEElement Number GetGsCBValues SetGsCBValue	Zyklische / spontane Multicast-Übertragung von Binärinformationen als Bitpair ohne Empfangsbestätigung	Schnelle Übertragung da direkt auf Link-Layer, Priorisierung über User priority gem. IEEE802.1Q, Konfiguration über IED- Name, Bitpaar-Nummer und Funktionszuordnung	Keine direkte Verbindungsüberwachung Nur Übertragung von Binärinfo möglich Keine Übertragung eines Quality-Bytes, Validity im Bitpair enthalten Nur bedingt für Anlagen- Verriegelung nutzbar, da keine zweipoligen Info übertragen werden	Einfache Datensicherung auch durch Bitpairs
Transmission of sampled values (Wandlerdatenübertragung)	Schneller und zyklischer Transfer von Abtastwerten z. B. von Wandlern	Multicast SVC: SendMSVMessage GetMSVCBValues SetMSVCBValues Unicast SVC: SendUSVMessage GetUSVCBValues SetUSVCBValues	Wird nicht betrachtet	Wird nicht betrachtet	Wird nicht betrachtet	Wird nicht betrachtet
Control (Steuern)	Beschreibt die Dienste, um z. B. Geräte oder Parametergruppen zu steuern	Select SelectWithValue Cancel Operate CommandTermination TimeActivatedOperate	Direct control(wES): Operate → (CommandTermination)	Speziell für das Schalten von Hilfseinrichtungen vorgesehene Prozedur		
			SBO(wES): Select → Operate → (CommandTermination)	Speziell für das Schalten von Schaltgeräten vorgesehene Prozedur, mit vorheriger exklusiver Anwahl des BM		
Time and time synchronisation (Zeitsynchronisation)	Liefert die Zeitbasis für Geräte und für das System	Services in SCSM	Wird nicht betrachtet	Wird nicht betrachtet	Wird nicht betrachtet	
File transfer (Dateiübertragung)	Definiert den Austausch von riesigen Datenblöcken wie Programme	GetFile SetFile DeleteFile GetFileAttributeValues	Standardisierter Transfer von Dateien, wie z.B. Störschriebe	Einheitliche Prozedur für Übertragung und Verwaltung	Dateninhalt nicht spezifiziert, keine Sicherheits- Mechanismen für den Datenzugriff	Störschriebe sollten einheitlich im Comtrade-Formate abgespeichert werden

1.4 Vergleich der Zugriffsarten

Methode	Zeitkritischer- Informations- austausch	Verlust von Meldungs- änderungen (nur abgesichert durch Zugriff)	Multi Client- Kommunikation	Pufferung durchgeführt durch
Polling (GetDataValues)	Nein	Ja	Ja	-
Unbuffered Reporting	Ja	Ja	Nein	-
Buffered Reporting	Ja	Nein	Nein	Server
Log (für SOE logging)	Nein	Nein	Ja	Client
GOOSE	Ja	Ja	Ja	-

1.5 Einheitliche Bewertungstabelle zu den Applikationen

Die nachfolgende Tabelle wird für die Bewertung der Anforderungen und der möglichen Dienste für die jeweilige Applikation der nachfolgenden Kapitel verwendet.

Es werden dabei folgende Kriterien in der Bewertung berücksichtigt:

- ❑ Rücksendung einer Empfangsbestätigung – Jede Message von einem Server-IED wird durch eine Response-Message des empfangenden Clients bestätigt, um dem Server die fehlerfreie Übertragung der Information mitzuteilen.
- ❑ Empfang von mehreren Clients (Multicast) – Eine gesendete Message wird von einem Server-IED zur gleichen Zeit an mehr als einen Client-IED gesendet, um das Datenaufkommen zu reduzieren.
- ❑ Zeitkritischer Informationsaustausch – Hier wird die Zeitanforderung bzw. die Reaktionszeit betrachtet, die für die Applikation bei Nutzung des Dienstes erforderlich ist bzw. die durch den jeweiligen Dienst zur Verfügung gestellt wird. Es wird hier nur die Übertragungszeit des Dienstes selbst betrachtet, die Bearbeitungszeiten innerhalb der IED zur Erzeugung und Weiterverarbeitung sind bewusst ausgenommen worden.
- ❑ Kontinuierliches Datenaufkommen – Hier wird der erforderliche Datenumfang bewertet, der durch die Verwendung dieses Dienstes auf Applikationslevel des Ethernets entsteht. Bei dieser Bewertung werden Parameter wie z.B. die Mehrfachsendung der gleichen Information, sporadische oder ständige zyklische Wiederholungen, Senden der Daten erst nach Aufforderung usw. bewertet. Die Bewertung erfolgt hier rein subjektiv durch Betrachtung der Anzahl an Messages im normalen Betriebsfall und basiert nicht auf eine echte Messung der auftretenden Datenströme. Die Angabe eines Zahlenwertes in kByte/s ist sehr schwer einschränkbar, da die Datenblockgröße der Messages nicht eindeutig festgelegt werden kann und die tatsächliche Systemlast von weiteren Faktoren wie z.B. der Anzahl der Switches und IEDs im Netz abhängt.
- ❑ Systembelastung direkt nach dem Ereignis - Gleiche subjektive Bewertung wie der vorherige Punkt, es erfolgt hier aber eine Bewertung des in vielen Fällen bei einer Statusänderung oder dem Übertragungsanstoß deutlich höheren Datenaufkommens (z.B. Anstoß Filetransfer oder Logging).
- ❑ Informationswiederholung nach einer Verbindungsunterbrechung – Während einer Verbindungsunterbrechung können Statusänderungen auftreten, die für

bestimmte Applikationen wichtig sind, um die Historie der Statusänderungen zu archivieren bzw. zu bewerten. Dieses Kriterium bewertet, ob ein Dienst nach erneutem Verbindungsaufbau der Server-Client-Verbindung zusätzlich zur Meldung des gerade aktuellen Status auch die bereits während der Verbindungsunterbrechung aufgetretenen Meldungsänderungen erneut sendet, um auf Seite des Clients einen kontinuierlichen Informationsverlauf rekonstruieren zu können.

Die in der Tabelle verwendeten Klartexteinträge sind in der unten stehenden Legende definiert. Es sind die Eigenschaften für alle Dienste gemeinsam festgelegt worden, so dass die Abstufung der Eigenschaften eineindeutig sind. In der Tabelle der jeweiligen Applikation wird die entsprechende Zeile eingefügt, falls der Dienst für diese Applikation in Frage kommt. Das ermöglicht einen einfacheren Vergleich zwischen Anforderung der Applikation und den von den Diensten zur Verfügung stehenden Leistungsmerkmalen.

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach dem Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
Prozessschritt 1 (z.B. Aktivierung)						
Anforderung für diese Applikation	s.u.	s.u.	s.u.	s.u.	s.u.	s.u.
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
GetDataValues (Polling per Request / Response)	Erfüllt	Nicht erfüllt	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
SetURCBValues / SetBRCEValues	Erfüllt	Nicht erfüllt	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Substitution per Request / Response	Erfüllt	Nicht erfüllt	<=1s	Sehr niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Setting Group Control p. Request / Response	Erfüllt	Nicht erfüllt	<=1s	Sehr niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Control per Request / Response	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Sehr niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig *)	Mittel	Nicht erfüllt
Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig *)	Mittel	Erfüllt
Logging	Nicht erfüllt	Nicht erfüllt	> 1s	Sehr niedrig	Sehr hoch	Nicht erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
SV	Nicht erfüllt	Erfüllt	< 20ms	Sehr hoch	Sehr hoch	Nicht erfüllt
Filetransfer	Nicht erfüllt	Nicht erfüllt	> 1s	Sehr niedrig	Sehr hoch	Nicht erfüllt
Prozessschritt 2 (z.B. Überwachung)						
Siehe oben		*) Je nach Konfiguration der Meßwerte auch „Sehr niedrig“ bis „Mittel“				
Prozessschritt n						
Siehe oben						

Umfang möglicher Klartexteinträge:

Anforderung für diese Applikation	Erforderlich	Erforderlich	>1s	Sehr hoch	Sehr hoch	Erforderlich
	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	<=1s	Hoch	Hoch	Nicht erforderlich
			<500ms	Mittel	Mittel	
			<100ms	Niedrig	Niedrig	
			<20ms	Sehr niedrig	Sehr niedrig	
Anwendbarkeit der möglichen Dienste	Erfüllt	Erfüllt	>1s	Sehr hoch	Sehr hoch	Erfüllt
	Nicht erfüllt	Nicht erfüllt	<=1s	Hoch	Hoch	Nicht erfüllt
			<500ms	Mittel	Mittel	
			<100ms	Niedrig	Niedrig	
			<20ms	Sehr niedrig	Sehr niedrig	

2 Rückwärtige Verriegelung

2.1 Applikation

Bei Strahlennetzen mit einseitiger Einspeisung kann die Rückwärtige Verriegelung zum Aufbau eines einfachen Sammelschienenschutzes verwendet werden. Die zweite Überstromstufe $I_{>>}$ der UMZ-Einrichtung des Einspeisefeldes der Sammelschiene (hier Trafofeld K1) wird auf eine kurze Auslösezeit von z.B. 0,1sec eingestellt. Zusätzlich wird die Blockade dieser Stufe über einen Binäreingang konfiguriert. Die erste Überstromstufe $I_{>}$ der UMZ-Einrichtung der an der Sammelschiene befindlichen Abgangsfelder (hier z.B. Abgangsfeld K2) werden auf eine Auslösezeit von z.B. 1sec eingestellt. Das Anregesignal der $I_{>}$ -Stufe oder das Generalanregesignal werden auf einen Binärausgang konfiguriert. Alle Binärausgänge der Abgangsschutzgeräte werden als Ringleitung zusammengeführt und auf den Blockadeeingang des Einspeiseschutzes gelegt (siehe Bild 2).

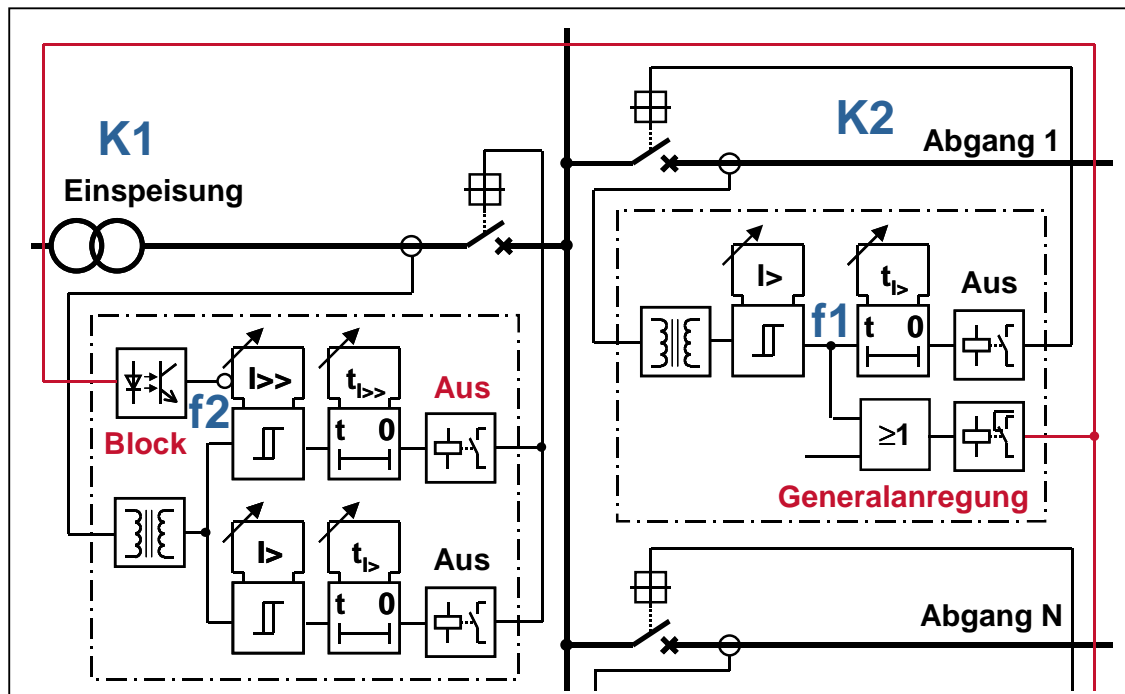


Bild 2: Signalverlauf Rückwärtige Verriegelung

Verhalten bei Abgangsfehler

Tritt ein Abgangsfehler auf, generiert die Anregung des Schutzes des betroffenen Abgangs unverzüglich über den konfigurierten Ausgang ein Blockadesignal zum Schutzgerät der Einspeisung, bevor dessen $I_{>>}$ -Stufe in Schnellzeit eine Auslösung generiert (Bedingung $<$ z.B. 100 ms!). Der Abgangsschutz generiert eine Auslösung selektiv für den fehlerbehafteten Abgang und die Sammelschiene kann in Betrieb verbleiben.

Verhalten bei Sammelschienenfehler

Bei einem Fehler auf der Sammelschiene regt die $I_{>>}$ -Stufe des Schutzes der Einspeisung an, jedoch wird von keinem Abgangsschutz das Blockadesignal gesetzt,

da die betroffenen Schutzgeräte der Abgänge nicht anregen. Der Schutz der Einspeisung schaltet somit in Schnellzeit nach 0,1 sec die Einspeisung ab.

2.2 Informationen und Kommunikationsteilnehmer

Ausgewählt wurden die Schaltfelder der 10-kV Schaltanlage mit 1-fach Sammelschiene:

- K1 – Einspeisefeld der 10kV Mittelspannung
- K2 – Abgangsfeld der 10kV Mittelspannung

Zur Realisierung über IEC61850 müssen alle Anregesignale der Abgangsschutzgeräte (hier K2) zum Einspeisungsschutz (hier K1) hin übertragen werden. Die Nutzung der Ethernet-Kommunikation ersetzt somit die Ringleitung und die erforderlichen Binärausgänge des Abgangsschutzes und den Binäreingang am Einspeiseschutz zur Auslöseblockade. Die Information wird nur unidirektional zum Einspeiseschutz hin übertragen.

2.3 Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)

Von Geräteseite aus wären die folgenden Informationen aus dem Feld K2 zum Feld K1 zu übertragen:

P-K2/PTOC/Str/general (Anregemeldung des I> oder GA)

Auszug aus der Modellierung:

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
PTOC					Übergreifende Befehle und Meldungen
	Str	ACD	general dirGeneral q t	Anregung: Allgemein Richtungsinformation Quality Zeitstempel	Anregung

Die Information wird im empfangenden IED über die parametrierbare Logik geführt oder durch direkte Funktionszuordnung auf das Mod/ctlVal des zu blockierenden PTOC verODERt. Hierbei ist zur Gewährleistung der korrekten Übertragung das Quality-Attribut auszuwerten. Die Aktivierung der Blockade darf nur erfolgen, solange .q als „valid“ gekennzeichnet ist.

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
PTOC					
	Mod	INC	ctlVal stVal q t ctlModel	on, blocked, test, test/blocked, off on, blocked, test, test/blocked, off status-only, direct-control- with-normal-security	Steuerung des logischen Knoten (Hier als Blockade verwendet) Zustand des logischen Knoten Steuerungsmethode des logischen Knoten

2.4 Zeitanforderungen

Die Übertragung muss unbedingt in weniger als der eingestellten Kommandozeit tI>> des Einspeiseschutzes, in unserem Beispiel 100 ms, erfolgen. Die Zeitanforderung gilt hierbei gemäß IEC61850 Teil 5, Seite 45 für den Übertragungsweg von der Erzeugung der Anregung f1 bis zur tatsächlichen Blockadewirkung f2 (siehe Bild oben). Die Übertragung muss unverzüglich erfolgen, d.h. eine spontane Übertragung ist absolute Bedingung.

Anmerkung: Die Reaktionszeit innerhalb des Gerätes zwischen Ethernetschnittstelle und interner Funktion ist für GOOSE-Ein-/Ausgänge immer abhängig von der herstellerspezifischen Gerätefunktionalität bzw. der diesem Prozess zum Zeitpunkt der Übertragung zur Verfügung stehenden Performance! Deshalb lässt sich gerade bei der Realisierung der GOOSE-Übertragung zwischen Geräten von zwei unterschiedlichen Herstellern eine zuverlässige Einhaltung dieser Zeitanforderung derzeit nur messtechnisch unter typischen Betriebsbedingungen nachweisen.

2.5 Bewertung der möglichen Dienste

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach dem Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
<i>Übertragung der Blockadeinformation</i>						
Anforderung für diese Applikation	<i>Nicht erforderlich</i>	<i>Nicht erforderlich</i>	<i><20ms</i>	<i>Mittel</i>	<i>Hoch</i>	<i>Nicht erforderlich</i>
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
GetDataValues (Polling per Request / Response)	Erfüllt	Nicht erfüllt	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Nicht erfüllt
Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt

Die Anforderung „<20 ms“ wurde gewählt, da hier die Anforderung an die Übertragungszeit des Dienstes selbst gemeint ist. Wegen der in Abschnitt 2.4 erläuterten Gesamtübertragungszeit von max. 100 ms kommt für diese Applikation also nur ein Dienst mit deutlich kleinerer Übertragungszeit in Frage!

2.6 Gewählte Dienste

Das normale Reporting des Schutz-LN PTOC1 wird zwar direkt aus der internen Zustandsänderung der Anregemeldung angestoßen, jedoch kann je nach Belastung bzw. Pufferzustand der normalen Client-Server-Kommunikation dieses durchaus über die geforderte Zeit hinausgehen, da eine Priorisierung fehlt. Die Übertragung über GOOSE oder GSSE erfolgt direkt auf Ethernet-Ebene und wird deshalb unverzüglich in den laufenden Datenverkehr eingefügt. Deshalb ist eine zuverlässige Übertragung in wenigen Millisekunden möglich. Die Rückwärtige Verriegelung ist ein Teil des Schutzsystems und hat deshalb eine hohe Sicherheitsstufe. Deshalb bietet sich für dessen Übertragung gerade die GOOSE oder GSSE an.

Jedes IED mit GOOSE-Funktion besitzt einen festen Datensatz mit nachgeschalteter Signalzuordnung oder aber einen konfigurierbaren Datensatz, der aus den im IEC-Datenmodell modellierten Signalen zusammengestellt werden kann.

Das IED K1 „sammelt“ alle GOOSE-Informationen ein und verknüpft diese in der eigenen programmierbaren Logik-Funktion zu einem gemeinsamen Blockadesignal. Möglicherweise stellen Geräte diese Verknüpfung bereits mit der gemeinsamen

Signalzuordnungslogik auf das Blockadesignal bereit.

Durch Nutzung von Switchbausteinen im Netz, die eine Priorisierung mit Hilfe des „VLAN priority“ zur Verfügung stellen, kann die Übertragungszeit auf Ethernetseite durch eine gezielte Priorisierung in den Switches deutlich optimiert werden. Die jeweiligen IED müssen dazu ebenfalls diese Funktion zur Verfügung stellen (Optionale Funktion in IEC61850).

2.7 Prozeduren

Die GOOSE wird ohne Statuswechsel in einem festen Rhythmus von K2 gesendet. K1 empfängt die zyklische GOOSE-Message und prüft den Identifikationsteil auf Übereinstimmung mit seinen Einstellungen. Wurde die empfangene GOOSE für die Weiterverarbeitung in diesem Gerät vorgesehen, d.h. stimmt der Identifikationsteil überein, wird die interne Verknüpfung vom Default-Zustand auf aktiven Betrieb umgeschaltet. Dieser sollte in der aktuell empfangenen GOOSE den Zustand „nicht blockiert“ haben.

Erfolgt nun auf Seite K2 eine Anregung und ist die Anregung auf die GOOSE verknüpft, generiert das IED K2 unverzüglich eine entsprechende GOOSE-Message mit neuem Status. Das IED K1 empfängt die GOOSE und setzt damit die interne Blockade der I>>-Stufe, die auf den entsprechenden Datenpunkt im GOOSE-Datensatz konfiguriert ist.

Zur Vermeidung von Datenverlust auf Grund von Kommunikationsunterbrechungen (z.B. Rekonfiguration im Netz) wird die GOOSE danach mehrfach mit ansteigendem Zeitabstand wiederholt, bis sich deren normaler, langsamer Senderhythmus (ohne Statusänderung) einstellt.

2.8 Randbedingungen

Folgende Kriterien sind zu beachten, um einen fehlerfreien Betrieb zu gewährleisten:

- Das Aufkommen von GOOSES oder „Sampled-Values“ im betroffenen Netz sollte nicht zu hoch werden (-> z.B. keine Merging-Unit am gleichen Bus), um die hohen Anforderungen zur Übertragungszeit sicherzustellen.

3 Schaltgerätesteuerung

3.1 Applikation

Das Steuern von Schaltgeräten in einer Schaltanlage ist eine sicherheitsrelevante Funktion und muss so realisiert werden, dass Fehlschaltungen mit hoher Wahrscheinlichkeit verhindert werden. Da die Steuerung mit direkter Befehlsgabe diesem Anspruch nicht gerecht wird, wurde die "Select Before Operate"-Sequenz (SBO) definiert.

Select-Before-Operate ermöglicht die exklusive Reservierung für die Steuerung eines Betriebsmittels. Ein zweiter Schaltbefehl, z.B. von einem anderen Client kommend, wird solange abgewiesen, bis der erste Schaltbefehl abgeschlossen wurde.

Über zusätzliche Mechanismen, z.B. 1-aus-n-Logik, kann diese Verriegelung der Schaltbefehlsbehandlung auf eine Gruppe von Betriebsmittel, z.B. auf alle Betriebsmittel einer Feldebene oder Stationsebene ausgeweitet werden (siehe auch Abschnitt 4.1 „Doppelbetätigungssperre“).

Im Folgenden wird diese Sequenz an einem Beispiel beschrieben. Durch den Bediener am Stations-Bedienplatz (HMI) einer Musterschaltanlage soll der Trennschalter QB1 im Kupplungsfeld C4 dieser Anlage geschlossen werden. Dieser Trennschalter QB1 ist direkt an das Feldleitgerät dieses Feldes (FLG_C4) angeschlossen. Die Sequenz besteht im fehlerfreien Fall aus folgenden Schritten:

1. Das HMI sendet ein *SelectRequest* an das FLG_C4 und fragt damit an, ob QB1 geschlossen werden darf.
2. Im FLG_C4 werden die Bedingungen für die Freigabe der Schalthandlung geprüft (z.B. Vergleich des aktuellen Schaltzustands mit dem Sollzustand, Prüfung der Verriegelungsbedingungen, Prüfung des aktuellen Zustandes des Schaltgeräts usw.). Bei positivem Prüfergebnis sendet das FLG_C4 eine positive Quittung *SelectResponse+* an das HMI. Weiterhin wird im FLG_C4 ein Timer zur Überwachung des weiteren Ablaufs gestartet.
3. Nach Empfang der Quittung *SelectResponse+* (und evtl. weiteren Prüfungen, Bedienerabfragen usw.) sendet das HMI ein *OperateRequest* (on) an das FLG_C4.
4. Im FLG_C4 werden die Bedingungen für die Freigabe der Schalthandlung nochmals geprüft. Bei positivem Ergebnis dieser Prüfungen wird im FLG_C4 der Ausgang zum Schließen des Trennschalters QB1 aktiviert und danach eine Quittung *OperateResponse+* an das HMI gesendet.
5. Sofern parametrisiert, wird vom FLG_C4 die Zwischenstellung mit *ReportRequest* gemeldet. Die Zwischenstellung wird nicht gemeldet, wenn für eine parametrisierte Trennschalterlaufzeit die Störstellungsunterdrückung im FLG_C4 aktiviert ist.
6. Nach Erreichen der Endstellung von QB1 ("geschlossen") wird der Ausgang im FLG_C4 deaktiviert und der neue Schaltzustand mit *ReportRequest* (on) an das HMI gemeldet. Anschließend wird durch *CommandTermination+* das erfolgreiche Ende der Sequenz angezeigt.

Die beschriebene Sequenz gilt für den Fall, dass alle Prüfergebnisse positiv sind und Reaktionen innerhalb der (parametrisierbaren) Überwachungszeiten erfolgen. Bei negativen Prüfergebnissen bzw. bei Zeitüberschreitung(en) wird die Sequenz durch negative Quittungen (vom Feldleitgerät FLG_C4) bzw. durch ein *CancelRequest* (vom Stationsbedienplatz HMI) abgebrochen.

In einigen Fällen kann der Ablauf des Schaltvorgangs mit zusätzlichen Parametern in der Feldeinheit beeinflusst werden:

- Impulsbefehl: Der Befehlsausgang wird nur eine vorbestimmte Zeit aktiviert – Der

Einfluss auf die Kommunikationsebene besteht in der Verzögerung des „Command Termination“, falls die Rückmeldung des Schaltgerätes vor Ablauf der Impulszeit kommt und der Schaltvorgang somit noch nicht vollständig abgeschlossen ist.

- Dauerbefehl mit Nachdrückzeit: Der Befehlsausgang bleibt nach Erreichen der neuen Stellung noch eine vordefinierte Zeit angesteuert – Der Einfluss auf die Kommunikationsebene besteht in der Verzögerung des „Command Termination“, bis der Befehlsausgang tatsächlich abgesteuert und der Schaltbefehl somit vollständig abgeschlossen ist.

3.2 Informationen und Kommunikationsteilnehmer

Für die Beschreibung des Informationsflusses wurde der Sammelschienenentrennschalter QB1 im Kupplungsfeld C4 ausgewählt. Es wird ferner angenommen, dass der Trennschalter QB1 direkt an das Feldleitgerät des Kupplungsfeldes FLG_C4 angeschlossen ist. Die Steuerung erfolgt vom Stations-Bedienplatz (HMI) der Musterschaltanlage.

Für die Steuerung werden die Dienste *SelectWithValue*, *Cancel*, *Operate* und *CommandTermination* benutzt (s. IEC 61850-7-2, Abschnitt 17: Control class model).

3.3 Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)

LD	Control				
LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
XSWI					Übergreifende Befehle und Meldungen
	Pos	DPC	stVal q t ctIVal ctIModel	0 - Intermediate 1 - off 2- on 3 - bad	Schaltgerätezustand

3.4 Zeitanforderungen

Die Zeitanforderungen sind unkritisch. Antwortzeiten von ≤ 1 s bei Auslösung der Schalthandlung durch einen Bediener und von ≤ 100 ms für Automatikfunktionen sind ausreichend (ohne Trennschalterlaufzeit, s.a. IEC 61850-5, Annex G.2.2).

3.5 Bewertung der möglichen Dienste

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
Aktivierung (zentral)						
Anforderung für diese Applikation	Erforderlich	Nicht erforderlich	<100ms / <=1s	Sehr niedrig	Mittel	Nicht erforderlich
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
Control per Request / Response	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Sehr niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Überwachung Schaltzustand (zentral/dezentral)						
Anforderung für diese Applikation	Nicht	Nicht	<100ms / <=1s	Niedrig	Hoch	Nicht

	<i>erforderlich</i>	<i>erforderlich</i>				<i>erforderlich</i>
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
GetDataValues (Polling per Request / Response)	Erfüllt	Nicht erfüllt	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Nicht erfüllt
Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt

3.6 Gewählte Dienste

In den Richtlinien des GAK15 wurde bereits die Festlegung getroffen, die Steuerung von Betriebsmitteln ausschließlich mit "Select Before Operate with enhanced security" vorzunehmen. Die Alternative mit „Direct control without security“, „Direct control with security“ oder „SBO without enhanced security“ werden deshalb in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

Für das Schalten mit „SBO with enhanced security“ sind folgende Dienste zu verwenden:

- *SelectWithValue*
- *Cancel*
- *Operate*
- *CommandTermination*

Für die kontinuierliche Meldung bzw. Aktualisierung von Zustandsänderungen der Betriebsmittel kommen sowohl Unbuffered Reports (URCB) bzw. Buffered Reports (BCRB) als auch GOOSE bzw. GSSE in Frage. Die Bevorzugung der Reports besteht für die Anwendungen, hinter denen keine besonders zeitkritischen Funktionen stehen wie z.B. Stationsleitgerät oder Bedien-PC's. Die Rückmeldungen werden hier nur zur Visualisierung benötigt, um einen Überblick über den Anlagenzustand zu erhalten. Da dies den häufigsten Fall ausmachen wird, wird dieser Dienst für diese Applikation empfohlen.

Es gibt dennoch Applikationen, wie z.B. die Anlagenverriegelung (siehe auch Abschnitt 4), bei der zentrale Geräte eine wichtige Rolle bei der Abwicklung einer Befehlsfreigabe übernehmen. Hier werden zur schnellstmöglichen Befehlsfreigabe höhere Zeitanforderungen an die Aktualisierung der Betriebsmittelzustände gestellt, für die die Verwendung der GOOSE unbedingt vorzuziehen ist.

3.7 Prozeduren

Im Folgenden ist die SBO-Sequenz ("SBO control with enhanced security") für mehrere Fälle dargestellt:

1. Fehlerfreier Ablauf (Bild 3)
2. Abbruch der Sequenz durch negative Antwort auf den *Select*-Befehl (z.B. bei Nichtfreigabe durch die Verriegelung, Bild 4)
3. Abbruch der Sequenz durch *Cancel*-Befehl (z.B. Abbruch durch den Bediener, Bild 5)
4. Abbruch der Sequenz nach Timeout in der *Select*-Phase (*Operate* kommt nicht oder zu spät, Bild 6)
5. Abbruch der Sequenz durch negative Antwort auf den *Operate*-Befehl (z.B. bei Nichtfreigabe durch die Verriegelung, Bild 7)
6. Abbruch der Sequenz nach Timeout in der *Operate*-Phase (z.B. Schaltgerät läuft nicht los oder erreicht nicht die Endstellung, Bild 8)

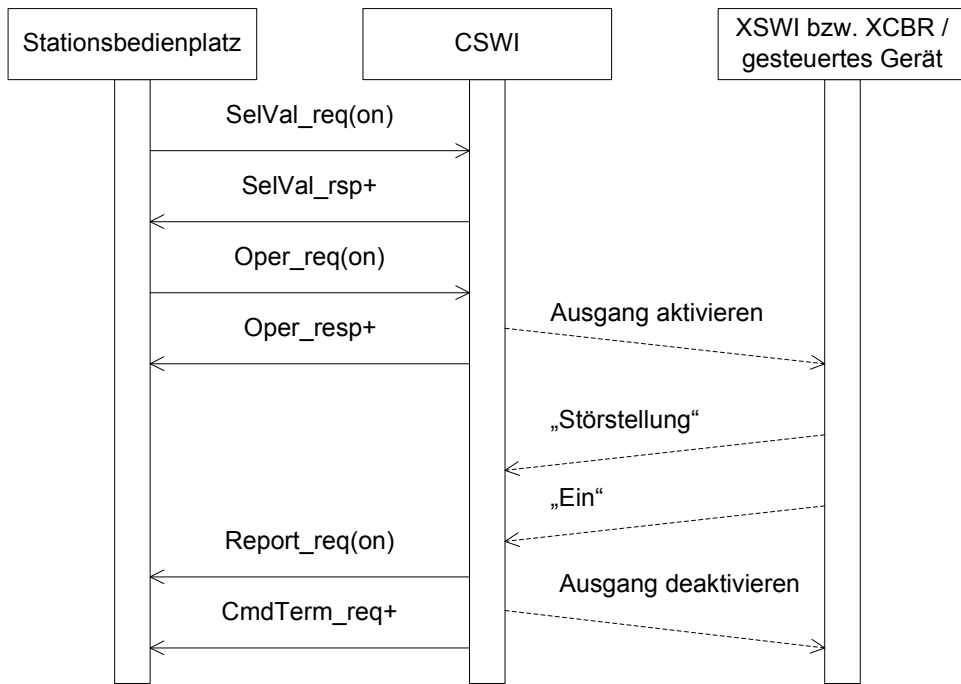


Bild 3: Fehlerfreier Ablauf



Bild 4: Abbruch der Sequenz nach negativem Testergebnis ("Select"-Phase)

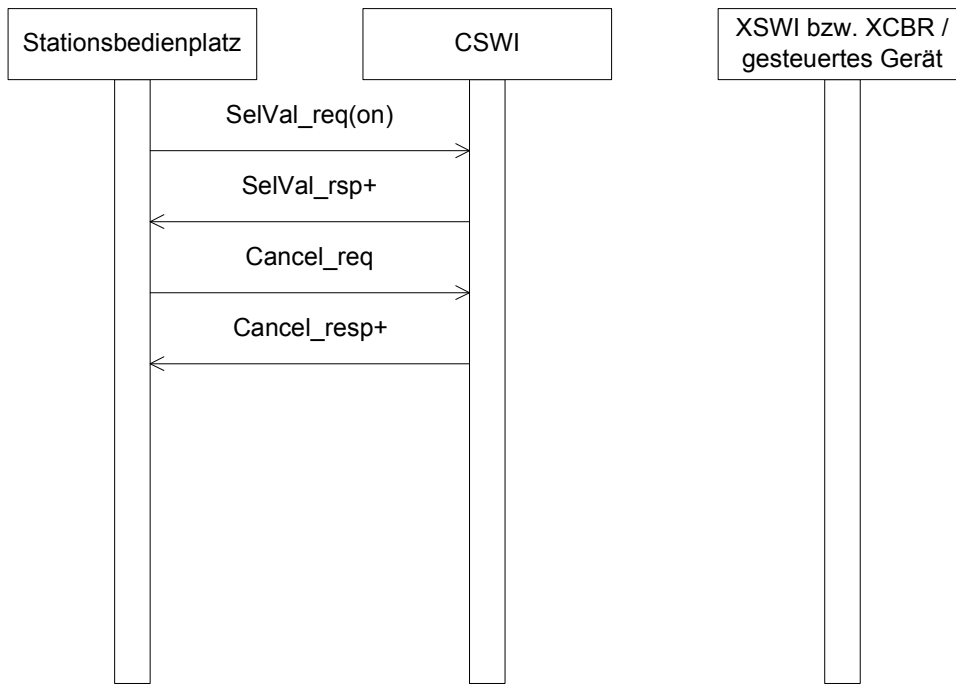


Bild 5: Abbruch der Sequenz durch "Cancel"

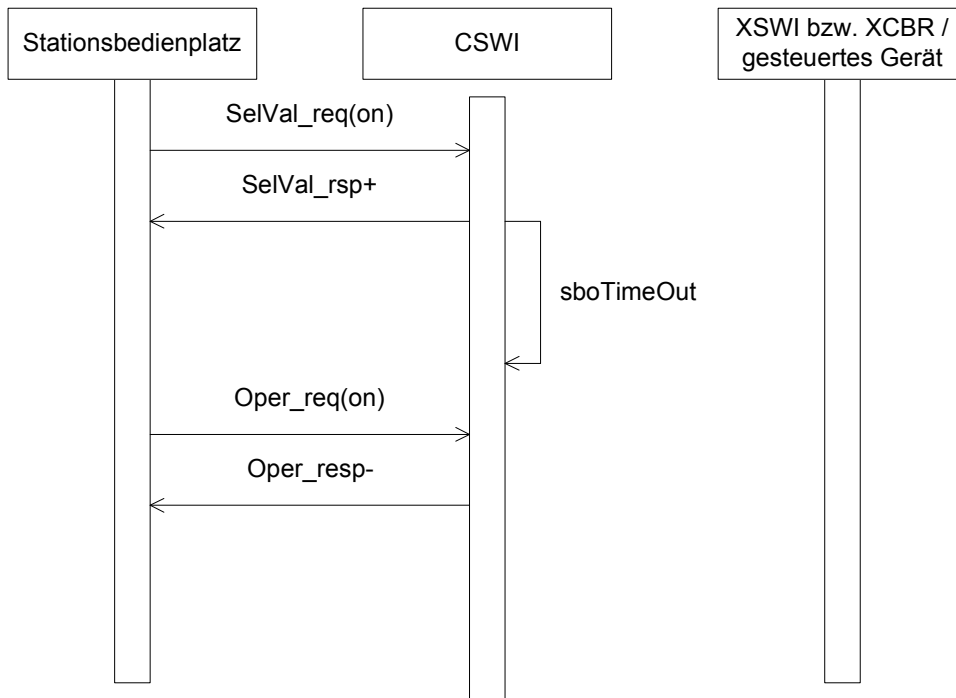


Bild 6: Abbruch der Sequenz nach Timeout ("Select"-Phase)

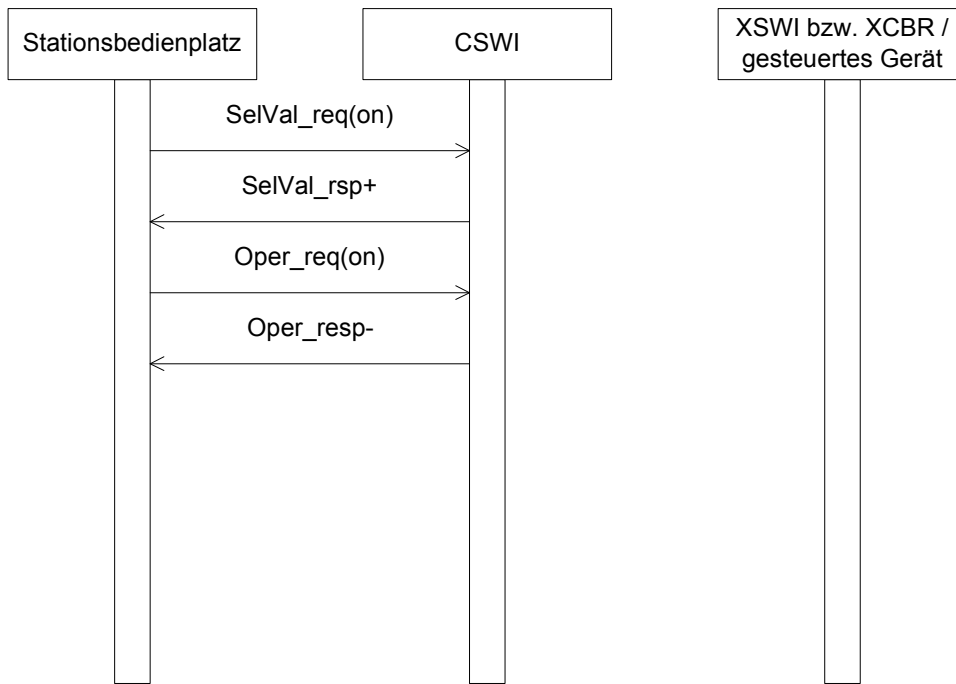


Bild 7: Abbruch der Sequenz nach negativem Testergebnis ("Operate"-Phase)

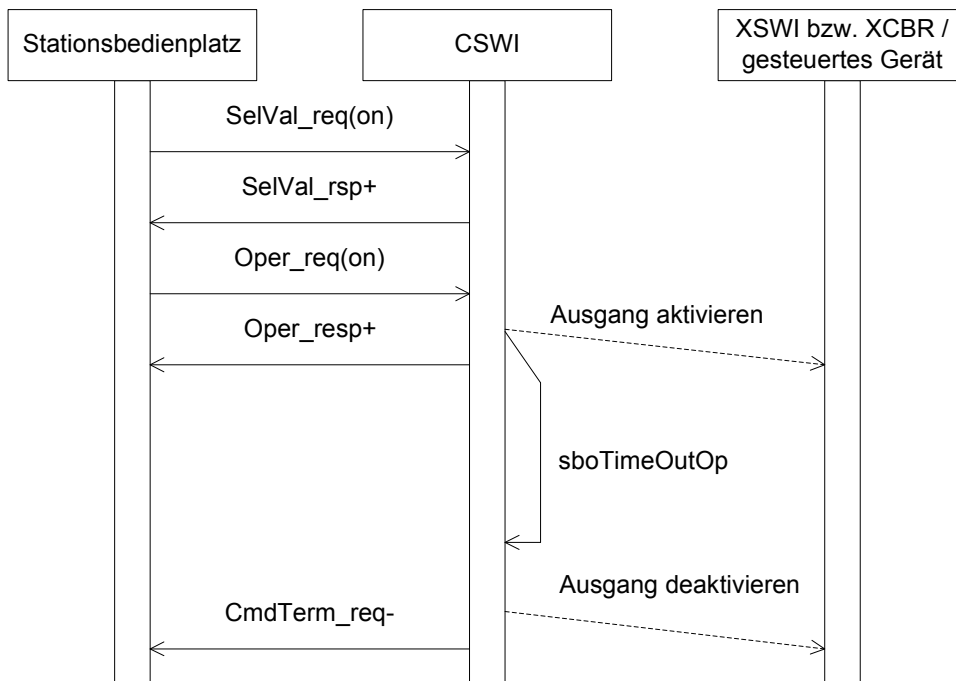


Bild 8: Abbruch der Sequenz nach Timeout ("Operate"-Phase)

3.8 Randbedingungen

Keine!

4 Realisierung einer Anlagenverriegelung

4.1 Applikation

Die Verriegelungsfunktion dient dazu, die Betätigung von Schaltgeräten zu blockieren, wenn diese zu einer Gefährdung von Menschen oder Geräten oder des Betriebsablaufs führen können. Die Entscheidung, ob die Betätigung eines Schaltgerätes blockiert oder freigegeben wird, erfordert die Auswertung von logischen Verknüpfungen aus der topologischen Umgebung des zu betätigenden Gerätes und von relevanten Prozessinformationen. Unterschieden werden Feldverriegelung und Anlagenverriegelung.

Während sich die Feldverriegelung ausschließlich auf Schaltgeräte eines Feldes bezieht, umfasst die Anlagenverriegelung die gesamte Schaltanlage oder Anlagenteile. In diese feldübergreifenden Verriegelungsbedingungen werden die Verriegelungsbedingungen der einzelnen Felder jeweils einbezogen.

Des Weiteren wird die Funktion der „Doppelbetätigungssperre“ i. d. R. als Teilfunktion der Anlagenverriegelung zugeordnet.

Die Doppelbetätigungssperre stellt sicher, dass exklusiv nur ein Schaltgerät innerhalb eines Feldes, Anlagenabschnitts oder der Gesamtanlage betätigt werden kann.

Die IEC61850 stellt zur Realisierung einer Doppelbetätigungssperre einen Mechanismus über das „DPC.stSeld“ zur Verfügung (siehe Abschnitt 4.3.1). Hier verschickt die Feldeinheit vor Beginn eines Schaltvorgangs eine Information an alle Teilnehmer im gleichen Netzabschnitt, damit kein weiterer Schaltvorgang in einem vordefinierten Anlagenabschnitt (z.B. Feld, Station usw.) gestartet wird. Erst nach Rückmeldung des abgeschlossenen Schaltvorgangs kann dann der nächste Schaltbefehl abgewickelt werden. Der Schaltvorgang gilt dann als gestartet, wenn die Feldeinheit ein „Select“ (SBO) oder „Operate“ (Direct Control) empfangen hat.

4.2 Informationen und Kommunikationsteilnehmer

4.2.1 Informationsarten

Zur Realisierung der Anlagenverriegelung werden folgende Informationen verwendet:

- Befehlsgebaben, die Vor-Ort, über die Nahbedienung oder von Ferne über die Netzleitstelle erfolgen können,
- Statusinformationen, wie
 - Stellungsmeldungen von Schaltgeräten
 - Warn- und Störungsmeldungen von Hilfseinrichtungen
 - Messwerte
- Freigabeinformationen.

Zur Realisierung einer feldübergreifenden Verriegelungsfunktion ist der Austausch dieser Informationen zwischen den beteiligten IEDs nötig.

4.2.2 Realisierungskonzepte

Grundsätzlich existieren drei verschiedene Realisierungskonzepte (Bild 9, 10, 11). Die Konzepte unterscheiden sich dadurch, welche IEDs Informationen miteinander

austauschen und in welchen IEDs die Prüfung der Verriegelungsbedingungen durch die Verriegelungslogik stattfindet.

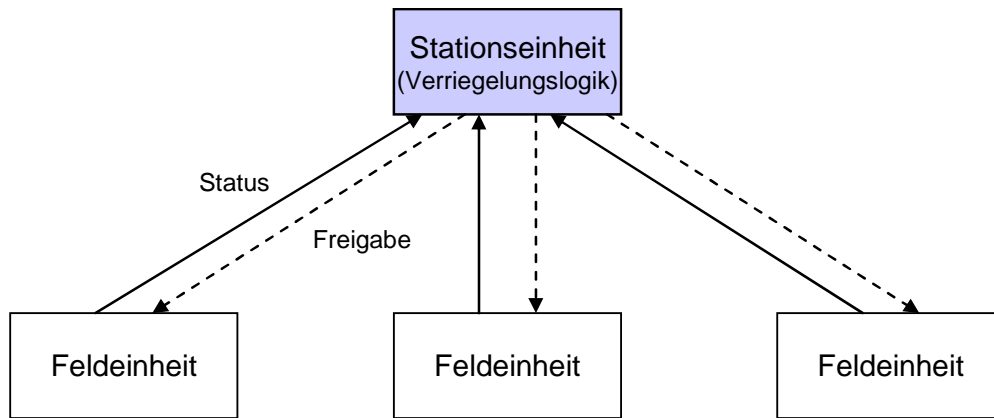


Bild 9: Zentrale Anlagenverriegelung in Stationseinheit

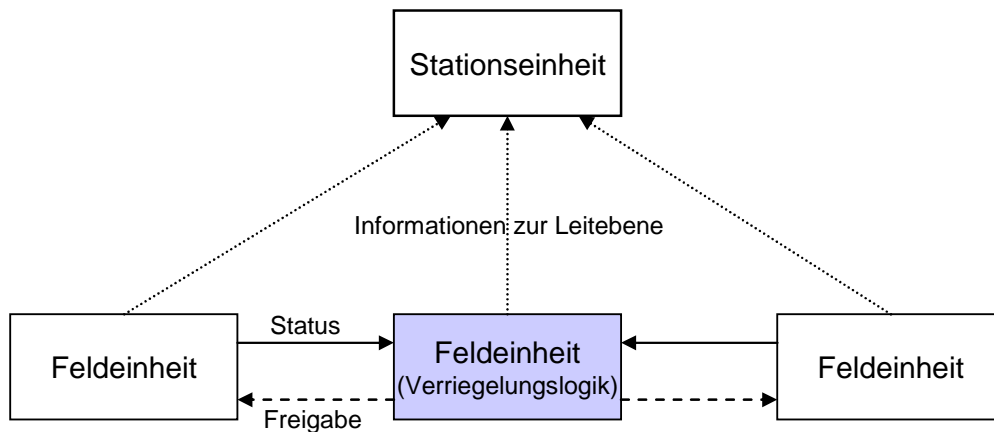


Bild 10: Zentrale Anlagenverriegelung in dezentrierter Feldeinheit

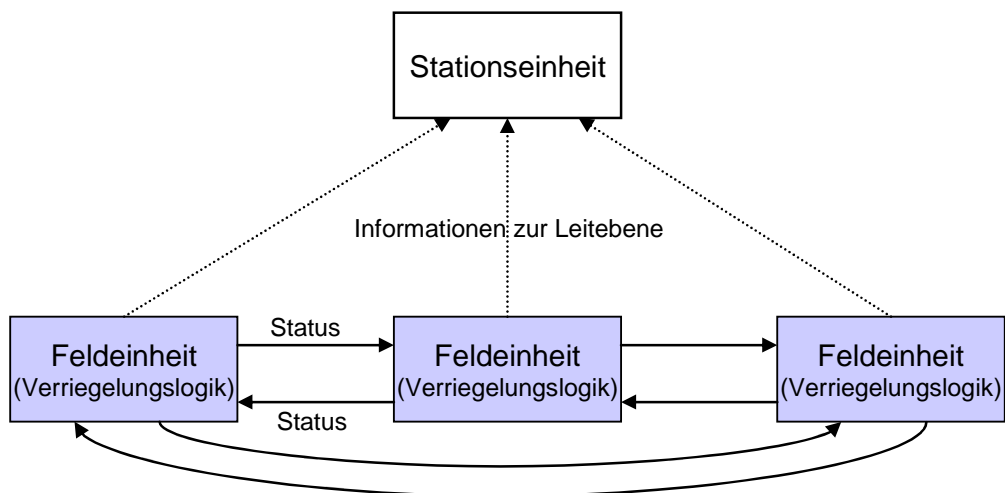


Bild 11: Dezentrale Anlagenverriegelung in Feldeinheiten

Bei den Konzepten „Zentrale Anlagenverriegelung in Stationseinheit / in dedizierter Feldeinheit“ (Bild 9, 10) ist die Verriegelungslogik in einem zentralen IED integriert. Das IED führt ein Prozessabbild, das alle für die feldübergreifenden Verriegelungsbedingungen notwendigen Informationen umfasst. Hierzu übertragen die Feldeinheiten die relevanten Statusinformationen an das zentrale IED. Die durch die Verriegelungslogik berechneten Freigabeinformationen werden an die entsprechenden Feldeinheiten gesendet. Auf Basis dieser Freigabeinformationen erfolgt die Durchführung bzw. Blockierung einer Befehlsausgabe durch die Feldeinheiten.

Bei der zentralen Anlagenverriegelung wird nochmal unterschieden, ob die Feldverriegelung in der Verriegelungslogik der Stationseinheit integriert ist, oder ob die feldbezogenen Verriegelungslogik in der Feldeinheit selbst realisiert wird.

Beim Konzept „Dezentrale Anlagenverriegelung in Feldeinheiten“ (Bild 11) ist die feldübergreifende Verriegelungslogik auf alle beteiligten Feldeinheiten verteilt. Die Verriegelungslogik jeder Feldeinheit berechnet sowohl die Verriegelungsbedingungen der Feldverriegelung, wie auch die der feldspezifischen Anlagenverriegelung. Außerdem stellt jede Feldeinheit die Statusinformationen bereit, die von anderen Feldeinheiten für die Berechnung der jeweiligen feldübergreifenden Verriegelungsbedingungen benötigt werden.

4.2.3 Vergleich der Konzepte

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Gegenüberstellung der Realisierungskonzepte hinsichtlich system- und betriebsrelevanter Kriterien wieder.

Kriterium	Zentrales Konzept / Stationseinheit	Zentrales Konzept / dedizierte Feldeinheit	Dezentrales Konzept
Interoperabilität	kaum gegeben (a)	kaum gegeben (a) gegeben (b)	gegeben (b)
Verfügbarkeit (N-1) / Verhalten bei Einfachfehlern	Gering	Gering	Hoch
Beeinflussbarkeit durch Meldeschauer	Hoch	Hoch	niedrig
Erweiterbarkeit	Gut	Gut	aufwändig
Wartung / Service	Gut	Gut	aufwändig
a. Client-Server-Kommunikation			
b. Multicast-Kommunikation			

Tabelle: Gegenüberstellung der Realisierungskonzepte

Beim Konzept „Zentrale Anlagenverriegelung in Stationseinheit“ müssen spezielle Prozeduren definiert werden, die eine Verwendung von zusätzlichen Informationen erfordern (z.B. Freigabeanfrage an Stationseinheit bei einer Vor-Ort Befehls-gabe). Eine interoperable Lösung ist hier nur mit hohem Konfigurationsaufwand zu erreichen, vorausgesetzt die beteiligten Geräte besitzen die benötigten Funktionen zur Unterstützung der Prozedur.

Für die Konzepte, die Multicast-Kommunikation („GOOSE“) verwenden, ist der Konfigurationsaufwand vergleichsweise gering. Des Weiteren besitzt der überwiegende Teil der heute verfügbaren Gerätetechnik für Feldeinheiten keine

Client-Funktionalitäten. Folglich ist die Interoperabilität der Verriegelungsapplikation auf Basis der Multicast-Kommunikation („GOOSE“) höher als die auf Basis Client-Server-Kommunikation („Reporting“) einzuschätzen.

Bei Auftreten eines Meldeschauers werden sehr viele Informationen in kurzer Zeit von Feldeinheiten an die Stationseinheit gesendet. Die Informationsverarbeitung in IEDs besitzt i.d.R. eine endliche Kapazität. Da die Stationseinheit im Vergleich zu den Feldeinheiten eine größere Informationsmenge bewältigen muss, sind die Anforderungen an die Robustheit der Verriegelungslogik gegenüber Meldeschauern beim Konzept „Zentrale Anlagenverriegelung in Stationseinheit“ höher als bei Konzepten mit Verriegelungslogik in der Feldebene einzuschätzen.

Unter dem Kriterium „Verfügbarkeit“ wird nachfolgend ausschließlich das zuverlässige Vorhandensein der Funktion „Anlagenverriegelung“ verstanden – die volle Verfügbarkeit der Kommunikationsverbindung wird vorausgesetzt.

Hinsichtlich Verfügbarkeit bei Ausfall einer Komponente (IED) müssen bei allen Konzepten innerhalb der Verriegelungslogik Vorkehrungen getroffen werden. Ein Einfachfehler kann zu folgenden Resultaten führen:

- Zentrale Verriegelungskonzepte: Beim Ausfall der zentralen Verriegelungslogik muss auf die feldübergreifende Verriegelungsfunktion vollständig verzichtet werden.
- Bei der zentralen Anlagenverriegelung mit integrierter Feldverriegelungslogik ist bei Verbindungsunterbrechung nur noch unverriegeltes Schalten möglich. Hier wird i.A. die Steuerungsmöglichkeit für das gesamte System gesperrt.
- Zentrales und dezentrales Verriegelungskonzept: Fällt eine Feldeinheit aus, bleibt die feldübergreifende Verriegelungsfunktion i. A. mit Einschränkungen funktionsfähig. In einigen Anwendungen wird jedoch bei Ausfall der Verbindung zu einer Feldeinheit auch jegliche Steuerungsmöglichkeit für das gesamte System gesperrt.

Anlagenerweiterungen und Wartungs-/ Servicearbeiten erfordern Modifikationen der Verriegelungslogik. Bei Anlagenerweiterungen müssen die Verriegelungsbedingungen um die neu hinzugekommenen Statusinformationen ergänzt werden. Bei Wartungs-/ Servicearbeiten werden i. A. die Statusinformationen des entsprechenden Feldes in der Verriegelungslogik nachgeführt. Je nach Verriegelungskonzept sind unterschiedliche Vorgehensweisen erforderlich:

- Zentrale Verriegelungskonzepte: die Erweiterung bzw. Nachführung muss nur in der zentralen Verriegelungslogik durchgeführt werden.
- Dezentrales Verriegelungskonzept: die Verriegelungsbedingungen bzw. Nachführungen müssen in allen beteiligten Feldeinheiten durchgeführt werden.
- Bei einigen Stationseinheiten besteht auch die Möglichkeit, für einzelne Feldeinheiten die aktuellen Zustände einzufrieren (sogenannte „Feldsperre“), um an dem zugehörigen Feld Servicearbeiten durchzuführen.

4.3 Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)

Für die Abbildung der Anlagenverriegelung sind die Status- und Freigabeinformationen mit geeigneten Datenobjekten nachzubilden. Die nachfolgenden Aufstellungen betrachten die Datenobjekte, die zwischen IEDs

ausgetauscht werden. Befehlsgebühren sind entsprechend Abschnitt 3 auszuprägen.

Für Feldleitfunktionen empfiehlt sich die Verwendung eines eigenen logischen Geräts. Folglich sollten die entsprechenden logischen Knoten innerhalb dieses logischen Geräts angelegt werden.

Nachfolgend werden logischen Knoten, Objekte und Datenattribute aufgeführt, die für die Anlagenverriegelung verwendet werden sollten.

4.3.1 Schaltgerätestellungsmeldungen

Die Stellungsinformationen der Schaltgeräte sollten durch die LNs XCBR und XSWI nachgebildet werden, da diese im Gegensatz zu CSWI den physikalischen Schaltgerätestatus ohne Störstellungsunterdrückung wiedergeben.

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
XCBR					Übergreifende Befehle und Meldungen
	Pos	DPC	stVal q t stSeld	0 - Intermediate 1 - off 2- on 3 - bad false, true	Schaltgerätestatus Schaltvorgang in Bearbeitung
XSWI					Übergreifende Befehle und Meldungen
	Pos	DPC	stVal q t stSeld	0 - Intermediate 1 - off 2- on 3 - bad false, true	Schaltgerätestatus Schaltvorgang in Bearbeitung

4.3.2 Freigabeinformationen von Schaltgeräten

Zur Nachbildung von Freigabeinformationen von Schaltgeräten sollte der LN CILO verwendet werden.

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
CILO					Übergreifende Befehle und Meldungen
	EnaOpn	SPS	stVal q t	0 - False 1 - True	Gibt an, ob die Zielstellung „Ein“ durch die Verriegelungslogik freigegeben ist.
	EnaCls	SPS	stVal q t	0 - False 1 - True	Gibt an, ob die Zielstellung „Aus“ durch die Verriegelungslogik freigegeben ist.

4.3.3 Generelle Status- und Freigabeinformationen

Zur Nachbildung von abgeleiteten und zusammengefassten Freigabeinformationen (z.B. Status über eingelegte Sammelschienenkupplung) stehen keine speziellen logischen Knoten zur Verfügung. Für diese Informationen kann der LN GGIO verwendet werden.

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
GGIO					Übergreifende Befehle und Meldungen
	Ind	SPS	stVal q t	0 - False 1 - True	Generelle Status- und Freigabeinformation

4.3.4 Störmeldungen und Messwerte

Zur Nachbildung von Störmeldungen (z.B. Kommunikationsunterbrechung, etc.) und

Messwerten (z.B. Leiter-Erde-Spannungen) sollten die entsprechenden LNs verwendet werden.

4.4 Zeitanforderungen

Die Kommandozeit (Zeitdifferenz zwischen Befehlsgabe und Schalten bzw. Blockierung der Ausgangskreise der Feldeinheit) sollte 500 ms nicht überschreiten.

Es muss sichergestellt sein, dass

- das der Berechnung zugrunde liegende Prozessabbild zu jedem Zeitpunkt innerhalb der Kommandozeit mit dem physikalischen Prozesszustand übereinstimmt,
- Änderungen des physikalischen Prozesszustandes oder Kommunikationsunterbrechungen zwischen den beteiligten IEDs innerhalb der Kommandozeit registriert und entsprechend behandelt werden, so dass unzulässige Betriebszustände ausgeschlossen sind.

Änderungen des Schaltzustandes durch Steuerhandlungen, das Auslösen des Leistungsschalters bzw. unplausible Schaltzustände, müssen mit geringer Verzögerung, hoher Priorität (keine Verdrängung durch andere Dienste) und hoher Sicherheit der Registrierung den an der Verriegelung beteiligten IEDs mitgeteilt werden.

4.5 Bewertung der möglichen Dienste

4.5.1 Zentrale Anlagenverriegelung in Stationseinheit

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach dem Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
Übertragung der Statusinformation						
Anforderung für diese Applikation	<i>Nicht erforderlich</i>	<i>Nicht erforderlich</i>	<100ms	<i>Niedrig</i>	<i>Niedrig</i>	<i>Nicht erforderlich</i>
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
GetDataValues (Polling per Request / Response)	Erfüllt	Nicht erfüllt	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Nicht erfüllt
Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
Übertragung der Freigabeinformation an Feldeinheiten						
Anforderung für diese Applikation	<i>Erforderlich</i>	<i>Nicht erforderlich</i>	<=1s	<i>niedrig</i>	<i>Niedrig</i>	<i>Nicht erforderlich</i>
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
Control per Request / Response	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Sehr niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt

4.5.2 Dezentrale Anlagenverriegelung in dedizierter Feldeinheit

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach dem Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
<i>Übertragung der Status- und Freigabeinformation</i>						
Anforderung für diese Applikation	<i>Nicht erforderlich</i>	<i>Nicht erforderlich</i>	<i><100ms</i>	<i>Niedrig</i>	<i>Niedrig</i>	<i>Nicht erforderlich</i>
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
GetDataValues (Polling per Request / Response)	Erfüllt	Nicht erfüllt	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Nicht erfüllt
Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt

4.5.3 Dezentrale Anlagenverriegelung in Feldeinheiten

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach dem Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
<i>Übertragung der Status- und Freigabeinformation</i>						
Anforderung für diese Applikation	<i>Nicht erforderlich</i>	<i>Erforderlich</i>	<i><100ms</i>	<i>Niedrig</i>	<i>Niedrig</i>	<i>Nicht erforderlich</i>
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
GetDataValues (Polling per Request / Response)	Erfüllt	Nicht erfüllt	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Nicht erfüllt
Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt

4.6 Gewählte Dienste

4.6.1 Dienste / Verriegelungsfunktion

Nach Abschnitt 4.2.3 sollten folgende Dienste - je nach Realisierungskonzept - verwendet werden.

Realisierungskonzept	Dienst
Zentrale Anlagenverriegelung in Stationseinheit	Client-Server Kommunikation („Reporting“)
Dezentrale Anlagenverriegelung in dedizierter Feldeinheit	Multicast-Kommunikation („GOOSE“) oder Client-Server Kommunikation („Reporting“)

Dezentrale Anlagenverriegelung in Feldeinheiten	Multicast-Kommunikation („GOOSE“)
---	-----------------------------------

4.6.2 Dienste / Melderichtung Stations- und Netzleitebene

Zum Melden der Statusinformationen, wie Stellungsmeldungen, Stör- und Warnmeldungen, an den Stationsbedienplatz und die Netzleitebene sollte Client-Server Kommunikation („Reporting“) verwendet werden.

4.7 Prozeduren

Bild 12 zeigt den prinzipiellen Ablauf der Anlagenverriegelung in einer Feldeinheit bei einer Befehls-gabe. Nach Eingabe eines Schaltbefehls von einer der im System vorhandenen Steuerebenen (Netzleitebene, Stationsleitebene oder Feldeitebene) prüft eine Steuerungslogik (CSWI), ob die Zielstellung freigegeben (CILO) ist. Die Freigabe bzw. Blockadeinformation wird von der Verriegelungslogik bereitgestellt. Zur Berechnung des Verriegelungsergebnisses werden sowohl feldinterne Status- und Freigabeinformationen als auch Informationen anderer Feldeinheiten einbezogen. Darüber hinaus stellt die Verriegelungslogik berechnete Status- und Freigabeinformationen anderen Feldeinheiten bereit.

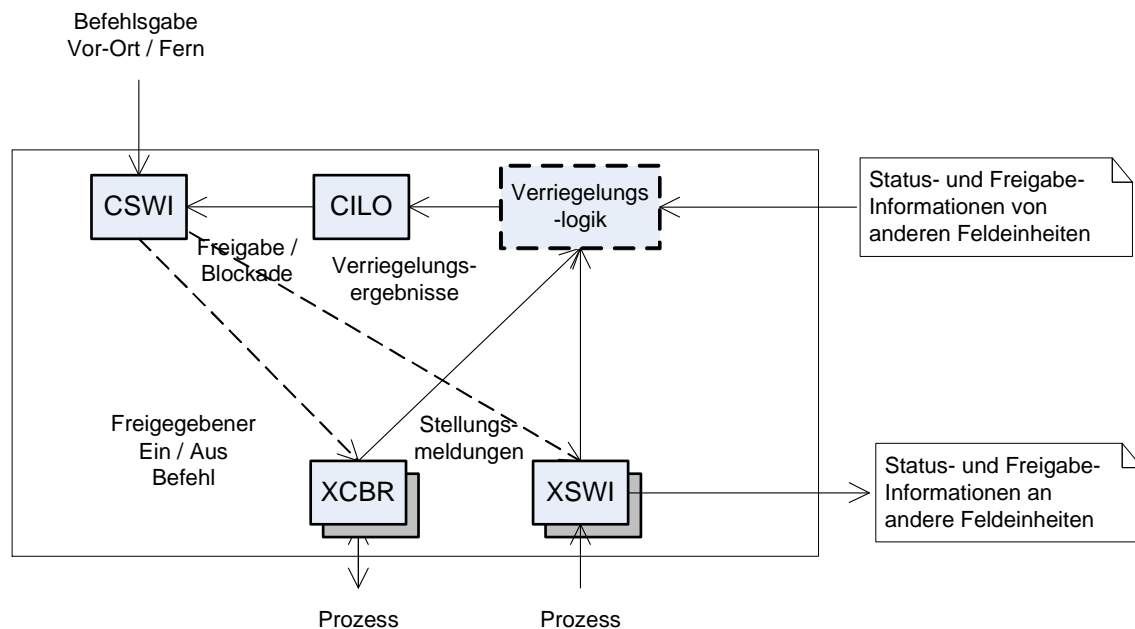


Bild 12: Prinzipieller Ablauf der Anlagenverriegelung in einer Feldeinheit

Bei Freigabe erfolgt die Befehls-gabe an den Prozess, bei Blockade wird kein Befehl ausgegeben.

4.8 Randbedingungen

Keine.

5 Schalten mit Synchrocheckfunktion

5.1 Applikation

Die Synchrocheckfunktion wird beim Zusammenschalten von zwei Teilnetzen, beim betriebsmäßigen Einschalten verwendet. Sie stellt sicher, dass die Zusammenschaltung nur dann erfolgt, wenn beide Teilnetze synchron zueinander sind bzw. die Abweichung innerhalb parametrierter Grenzen liegt.

Die Zuschaltung erfolgt, wenn folgende Bedingungen zum Zeitpunkt der Herstellung der galvanischen Verbindung erfüllt sind:

- Spannungsbeträge $U_{min} < |U| < U_{max}$
- Differenz der Spannungsbeträge $|\Delta U| < \Delta U_{max}$
- Frequenzen $f_{min} \leq f \leq f_{max}$
- Differenz der Frequenzen $\Delta f < \Delta f_{max}$
- Differenz der Winkel $\Delta \alpha < \Delta \alpha_{max}$

Ein Synchronvergleich kann mit fest aufgeschalteten Spannungen oder mit einer Spannungsaufschaltung über Relais zur Laufzeit der Synchrocheckfunktion durchgeführt werden.

Der Synchronvergleich mit Aufschaltung der Spannung ist z. B. bei Mehrfachsammschienen oder bei Ausfall eines Kupplungs-Leistungsschalters (Reserve-Schaltung) notwendig. Zur Bereitstellung einer Vergleichsspannung wird i.d.R. die Funktion Sammelschienenspannungsnachbildung verwendet. Der Synchronvergleich mit Aufschaltung besteht aus folgenden Teilfunktionen:

- Spannungsaufschaltung
- Synchrones Schalten / Parallelschalten
- Spannungsabwahl

Der Synchronvergleich mit Aufschaltung kann sowohl zentral als auch dezentral ausgeführt sein. Beim zentralen Konzept wird die Synchrocheckfunktion durch ein dediziertes IED für die ganze Anlage durchgeführt. Beim dezentralen Konzept erfolgt die Synchrocheckfunktion durch das IED des zuzuschaltenden Feldes.

5.2 Informationen und Kommunikationsteilnehmer

5.2.1 Informationen

Die nachfolgend aufgeführten Informationen gelten grundsätzlich für alle Ausführungen der Synchrocheckfunktion:

- Informationen in Befehlsrichtung
 - Einschalten des Leistungsschalters mit Synchrocheckfunktion
 - Einschalten des Leistungsschalters ohne Synchrocheckfunktion
 - Abbruch der Synchrocheckprozedur
 - Einschalten der Synchrocheckfunktion (nur Abfrage der Bedingungen)
- Informationen in Melderichtung

- „Synchronvergleich läuft“
- „Synchronvergleich erfolgreich“ bzw. „Synchronvergleich erfolglos“
- „Synchron-Bedingung verletzt“
- „Synchronvergleich gestört“
- „Synchronvergleich blockiert“
- Messwerte von ΔU , Δf , $\Delta \varphi$
- Meldungen der Grenzwertverletzung von ΔU , Δf , $\Delta \varphi$
- „Synchronvergleich kein Vergleichsfeld gefunden“
- „Synchronvergleich Ablauf der Überwachungszeit“
- „Synchronvergleich Abweisung (z.B. kein SST geschlossen)“

5.2.2 Kommunikationsteilnehmer

Die Aktivierung der Synchronisierungsfunktion kann durch eine Befehlsgebung Vor-Ort, vom Stationsbedienplatz oder von der Netzleitstelle erfolgen. Bild 13 zeigt beteiligte Kommunikationsteilnehmer und die stattfindenden Informationsflüsse, wie sie für alle Ausführungen der Synchronisierungsfunktion zutreffen.

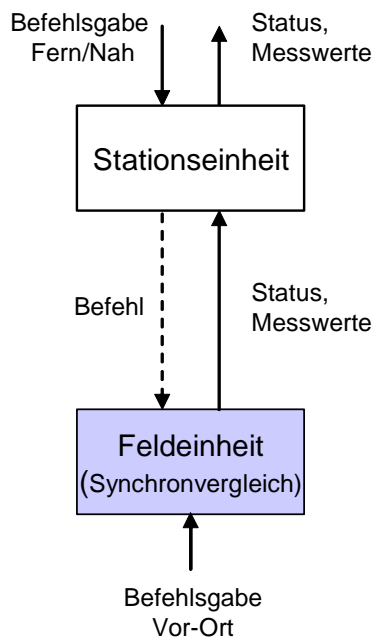


Bild 13: Kommunikationsteilnehmer und Informationsflüsse der Synchrocheckfunktion

5.3 Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)

Die Statusinformationen der Synchrocheckfunktion sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
RSYN					Übergreifende Befehle und Meldungen
	Beh	INS	stVal q t	1 – Ein 2 – Blockiert	Modus der Synchronisierungsfunktion
	Health	INS	stVal q t	1 – OK 2 – Warnung 3 – Alarm	Synchronisierung gestört
	Rel	SPS	stVal q t	0 – False 1 – True	Freigabe Ein-Kommando
	VInd	SPS	stVal q t	0 – False 1 – True	Verletzung Spannungsdifferenz
	AngInd	SPS	stVal q t	0 – False 1 – True	Verletzung Winkeldifferenz
	HInd	SPS	stVal q t	0 – False 1 – True	Verletzung Frequenzdifferenz
	SynPrg	SPS	stVal q t	0 – False 1 – True	Synchronvergleich läuft
	DifVClc	MV	mag		Spannungsdifferenz
	AngVClc	MV	mag		Winkeldifferenz
	HzVClc	MV	mag		Frequenzdifferenz

5.4 Zeitanforderungen

Die Zeitanforderungen sind unkritisch. Antwortzeiten von ≤ 1 s bei Auslösung der Schaltung durch einen Bediener sind ausreichend.

5.5 Bewertung der möglichen Dienste

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
Anstoß Synchrocheckfunktion						
Anforderung für diese Applikation	Erforderlich	Nicht erforderlich	<100ms	Sehr niedrig	Mittel	Nicht erforderlich
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
Control per Request / Response	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Sehr niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Rückmeldung der Synchronbedingungen						
Anforderung für diese Applikation	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	≤ 1s	Sehr niedrig	Hoch	Nicht erforderlich
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
GetDataValues (Polling per Request / Response)	Erfüllt	Nicht erfüllt	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Nicht erfüllt

Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE (nur eingeschränkt!)	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt

5.6 Gewählte Dienste

Für die Synchrocheckfunktion sollte die Client-Server-Kommunikation („Reporting“) verwendet werden. Hier sollte die Übertragung der Statusinformationen spontan, die Übertragung der Messwerte zyklisch erfolgen. Die Befehlsgabe zur Zuschaltung mit Synchrocheckfunktion sollte mit Control per Request / Response und „SBO with enhanced security“ erfolgen.

5.7 Prozeduren

Bild 14 zeigt den prinzipiellen Ablauf der Synchrocheckfunktion in einer Feldeinheit bei einer Befehlsgabe. Nach Eingabe eines Schaltbefehls von einer der im System vorhandenen Steuerebenen (Netzleiteebene, Stationsleiteebene oder Feldeitebene) wird nach evtl. vorhandener Verriegelungsprüfung die Synchrocheckfunktion (RSYN) aktiviert. Die Synchrocheckfunktion läuft automatisch ab. Statusinformationen und Messwerte werden während des Ablaufs und nach der Beendigung der Synchrocheckfunktion bereitgestellt. Bei erfolgreicher Überprüfung der Synchronbedingungen wird die Freigabe zum Ein-Befehl erteilt und letztendlich die Zuschaltung durchgeführt. Schlägt die Überprüfung fehl, wird die Befehlsgabe blockiert und eine entsprechende Meldung generiert.

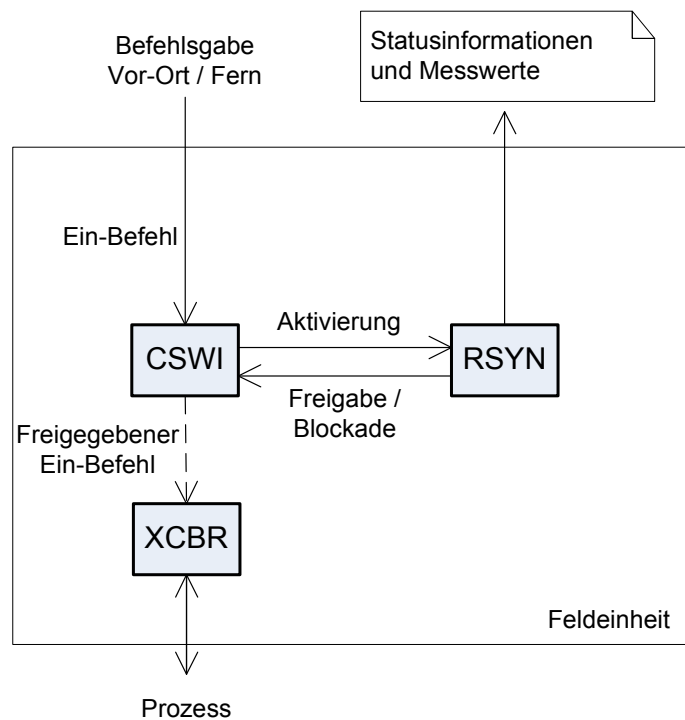


Bild 14: Prinzipieller Ablauf der Synchrocheckfunktion in einer Feldeinheit

5.8 Randbedingungen

Keine.

6 Nachbildung der Sammelschienenspannung

6.1 Applikation

Die Sammelschienenspannung wird als Prozessinformation für die Stations- und Feldleitebene benötigt. Des Weiteren wird sie als Vergleichswert für die Funktion „Synchrocheck“ verwendet.

Die Funktion „Sammelschienenspannungsnachbildung“ (SSN) wird in Schaltanlagen benötigt, in denen die Sammelschienen über keine eigenen Spannungswandler verfügen.

Die Funktion bildet aus den in den Feldern physikalisch gemessenen Abzweigspannungen virtuelle Sammelschienenspannungen nach. Hierzu wählt eine im Stationsautomatisierungssystem integrierte Logik für jede Sammelschiene bzw. jeden Sammelschienenabschnitt ein Referenzfeld aus, das topologisch mit der Sammelschiene /-abschnitt verbunden ist. Diese Abzweigspannung wird logisch als jeweilige Sammelschienenspannung verwendet.

In Kombination mit der Funktion „dezentraler Synchrocheck“ wählt die SSN das Referenzfeld aus, dessen Spannungswandlerkreise galvanisch auf eine Ringleitung (oder LWL) des Sammelschienenabschnittes geschaltet werden.

6.2 Informationen und Kommunikationsteilnehmer

Die nachfolgend aufgeführten Informationen sind für den Ablauf der SSN erforderlich:

- Statusinformationen
 - Schaltgerätestellungsmeldungen
 - Störmeldungen von Hilfseinrichtungen, die ggf. zum Abbruch der SSN führen, wenn kein gültiges Feld gefunden wird
- Spannungsmesswerte
- Befehl zur Aufschaltung der Spannungswandlerkreise (SSN mit Synchrocheck)

Die Logik für die Funktion „Sammelschienenspannungsnachbildung“ ist in der Regel in der Stationseinheit oder dedizierter Feldeinheit integriert. Die Feldeinheiten der Abgangsfelder stellen der Stationseinheit Stellungsmeldungen der Schaltgeräte und die Spannungsmesswerte zur Verfügung. Bei Verwendung der Funktion „Synchrocheck“ mit SSN erfolgt eine Befehlsgebung zur Aufschaltung der Spannungswandlerkreise an die Feldeinheit des Referenzfeldes. Bild 15 veranschaulicht die Informationsflüsse zwischen den Kommunikationsteilnehmern.

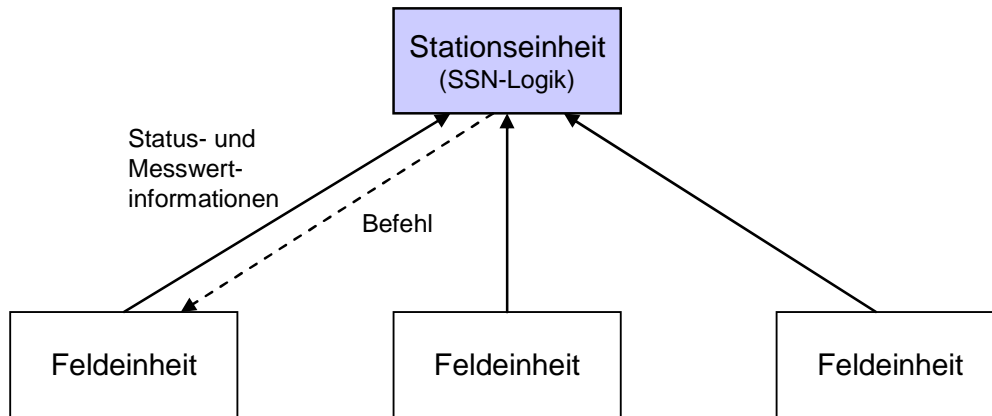


Bild 15: Kommunikationsteilnehmer und Informationsflüsse der Funktion Sammelschienenspannungsnachbildung

6.3 Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)

Nachfolgend werden logische Knoten, Objekte und Datenattribute aufgeführt, die für die Sammelschienenspannungsnachbildung verwendet werden sollten.

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
XCBR					Übergreifende Befehle und Meldungen
	Pos	DPC	stVal q t	0 - Intermediate 1 - off 2- on 3 - bad	Schaltgerätezustand
XSWI					Übergreifende Befehle und Meldungen
	Pos	DPC	stVal q t	0 - Intermediate 1 - off 2- on 3 - bad	Schaltgerätezustand

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
MMXU					Übergreifende Befehle und Meldungen
	PPV	DEL	phsAB phsBC phsCA	Messwert	Leiter-Leiter-Spannungen
	PhV	WYE	phsA phsB phsC net	Messwert	Leiter-Erde-Spannungen, Verlagerungsspannung

Zur Nachbildung von Störmeldungen sollten weitestgehend kontextrichtige Objekte verwendet werden, wie z.B. die Störmeldung „Spannungswandler-Automatenfall“ im LN TVTR. In den Fällen, in denen dies nicht möglich ist, können generische Objekte wie der LN GGIO verwendet werden

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
TVTR					Übergreifende Befehle und Meldungen
	FuFail	SPS	stVal q t	0 – False 1 – True	Spannungswandler Automatenfall

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
GGIO					Übergreifende Befehle und Meldungen
	Ind	SPS	stVal q	0 – False 1 – True	Allgemeine Statusinformation

			t		
	Alm	SPS	stVal q t	0 – False 1 – True	Allgemeine Alarminformation

Da für den Befehl zur Aufschaltung der Spannungswandlerkreise kein geeigneter Logischer Knoten zur Verfügung steht, kann die Funktion mit dem LN GGIO nachgebildet werden.

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
GGIO					Übergreifende Befehle und Meldungen
	SPCSO	SPC	tlVal	0 – Aus 1 – Ein	Allgemeine Statusinformation

6.4 Zeitanforderungen

Die Aktualisierungszeit sollte 1 s nicht überschreiten.

6.5 Bewertung der möglichen Dienste

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach dem Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
Übertragung der Status- und Messwertinformationen						
Anforderung für diese Applikation	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erforderlich
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
GetDataValues (Polling per Request / Response)	Erfüllt	Nicht erfüllt	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Nicht erfüllt
Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
Übertragung des Aufschaltbefehls						
Anforderung für diese Applikation	Erforderlich	Nicht erforderlich	<=1s	Niedrig	Niedrig	Nicht erforderlich
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
Control per Request / Response	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Sehr niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt

6.6 Gewählte Dienste

Zur Realisierung der SSN sollte die Client-Server-Kommunikation („Reporting“) verwendet werden. Hier sollte die Übertragung der Statusinformationen spontan, die Übertragung der Spannungsmesswerte zyklisch erfolgen. Die Befehlsgebung zur Aufschaltung der Spannungswandlerkreise sollte mit Control per Request / Response erfolgen.

6.7 Prozeduren

Als Automatikfunktion sollte die SSN ohne Aktivierung durch das Betriebspersonal stetig im Hintergrund des Stationsautomatisierungssystems ablaufen. Die Berechnung der SSN-Logik sollte entweder zyklisch oder bei einer Änderung einer der Eingangsinformationen angestoßen werden.

6.8 Randbedingungen

Da die Funktionen „Anlagenverriegelung“ und „Synchrocheck“ teilweise identische Objekte und Informationen verwenden, sollten diese gemeinsam mit dem gleichen Dienst übertragen werden.

7 Inbetriebnahme und Prüfung

7.1 Applikation

Bei der Informationsverarbeitung in Schaltanlagen ist es bei verschiedenen Prüf-, Test- oder Servicetätigkeiten notwendig, dass Empfänger Informationen, die sie im Normalbetrieb erhalten, während dieser Tätigkeiten entweder nicht mehr bekommen oder einen Hinweis erhalten, dass die Informationen nicht dem Normalzustand entsprechen, um daraus entsprechende Reaktionen abzuleiten. Beispiele dafür sind die Entlastung von Schaltleitungen während Inbetriebsetzungsprüfungen oder die Entlastung von Ereignisarchiven von nicht auswertungsrelevanten Testmeldungen oder Prüfmesswerten.

Ebenso ist es notwendig, während der Prüf-, Test- oder Servicearbeiten eine bewusste Verriegelung von Befehlen durch außenstehende Kommunikationsteilnehmer zu realisieren.

Bei herkömmlichen Protokollen, wie z.B. der IEC60870-5-103, wurden hierfür die sogenannte „Melde-/Messwert Sperre“ und die „Befehlssperre“ bereitgestellt. Im Rahmen der IEC61850 kann dieses Konzept nicht verwendet werden, da hier nicht nur zwei Kommunikationsteilnehmer (sog. „Master“ und „Slave“), sondern eine Vielzahl von steuernden und überwachenden Kommunikationsteilnehmern (sog. „Clients“) an den Feldgeräten (sog. „Server“) zugreifen können, wie Bild 16 zeigt.

Das Prüfkonzept mit IEC61850 nutzt die folgenden Informationen:

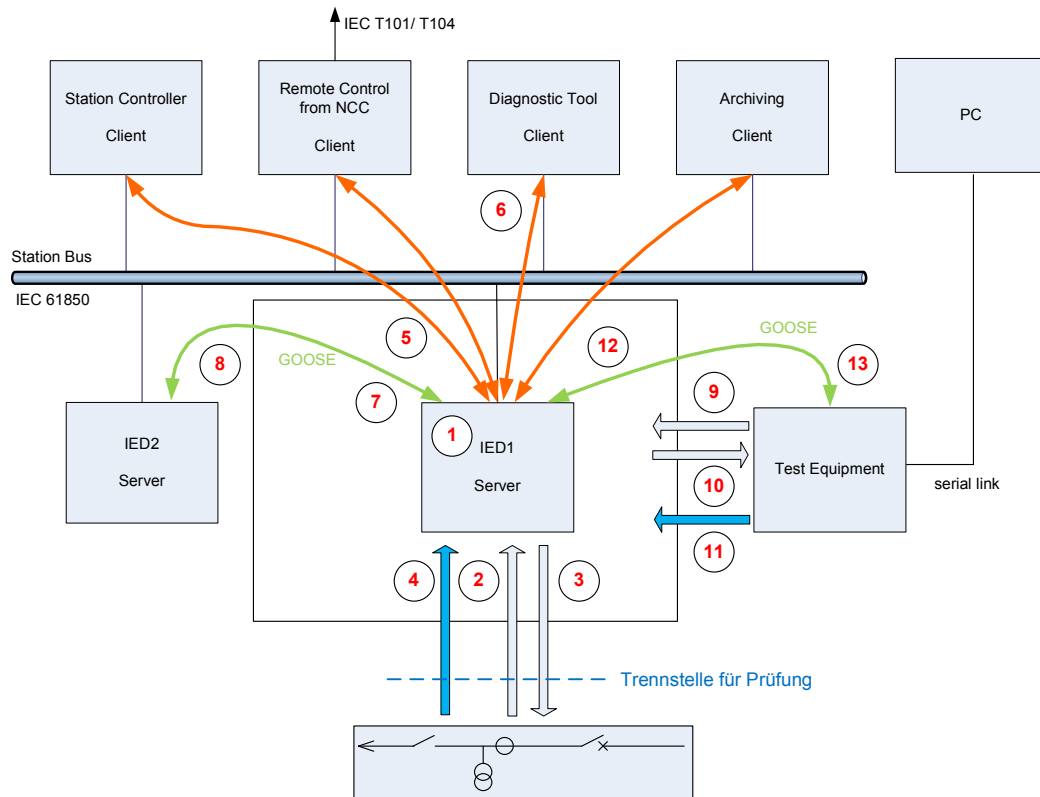
- Die Datenobjekte Mod/Beh des zentralen Knoten LLN0 zur Umschaltung und Signalisierung des Testbetriebs.
- Die Information Test („quality identifier“) des Datenattributs .q („quality“), das in jedem Datenobjekt zum Reporting und der Goose enthalten ist.
- Den Serviceparameter „T“ zur Durchführung eines Kommandos vom Client im Testbetrieb.

Wird das IED als Server in den Testmodus geschaltet, wird ab sofort bei jeder Meldung nach außen (z.B. über Reporting oder Goose) das Testbit im Attribut `-q` gesetzt, so dass alle betroffenen Clients und Goose-Empfänger („GOOSE Subscriber“) diese Informationen nun ignorieren bzw. gesondert behandeln können.

In der gleichen Weise erfolgt die Behandlung eines von außen kommenden Befehls. Ein IED im Testbetrieb muss jedes Kommando ohne Testmarkierung von einem Client oder Goose-Sender („GOOSE Publisher“) ignorieren. Das IED darf nur Kommandos ausführen, die mit gesetztem Testattribut gesendet wurden (Serviceparameter „T“ bzw. „q.Test“).

So ist sichergestellt, dass im Netz alle Aktionen und Reaktionen der Kommunikationsteilnehmer eindeutig dem Normalbetrieb oder aber dem Testbetrieb zugeordnet werden können. Gerade für die feldübergreifende Prüfung wird diese Methode interessant, da hier teils sehr komplexe Goose-Strukturen mitgeprüft oder bewusst aus der Prüfung ausgeschlossen werden können.

Die Applikationsbeschreibung dieses Kapitels betrachtet erstmal nur die Anlagenkonfiguration ohne Prozessbus wie heute üblich, d.h. die Primäranlage ist generell über Parallelverdrahtung an die Sekundärtechnik angeschlossen. Eine Betrachtung der Prüfmechanismen bei Anlagen mit Prozessbus wird später folgen.



- | | |
|--------------------------------------|---|
| ① Kommando am Frontdisplay | ⑧ Meldungen und Messwerte zum GOOSE-Subscriber |
| ② Binäreingänge vom Prozess | ⑨ Kommando von Prüfeinrichtung |
| ③ Binärausgänge zum Prozess | ⑩ Meldung zur Prüfeinrichtung |
| ④ Messwerte vom Prozess | ⑪ Messwerte von Prüfeinrichtung |
| ⑤ Kommando vom Client | ⑫ Kommando per GOOSE von Prüfeinrichtung |
| ⑥ Meldungen und Messwerte zum Client | ⑬ Meldung und Messwerte per GOOSE zur Prüfeinrichtung |
| ⑦ Kommando vom GOOSE-Publisher | |

Bild 16: Kommunikationsteilnehmer und Informationsflüsse bei der Inbetriebnahme und Prüfung

7.1.1 Übersicht zur Inbetriebnahme und Prüfung

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht zu den Prüf Szenarien, die typischerweise in der Praxis vorkommen und beschreibt das erwartete Verhalten aller davon betroffenen Kommunikationsteilnehmer.

In der ersten Spalte wird auf das nachfolgende Kapitel mit der Detailanalyse hingewiesen. Dort erfolgt eine Bewertung der folgenden Kriterien:

1. Ziel der Prüfung
2. Mögliche Prüf szenarien (falls mehrere vorhanden)
3. Beispiele
4. Anforderungen

Bei den Prüfzenarien in der zweiten Spalte wird die Art der Trennstelle zur Umschaltung der Verbindungen zwischen Prüfling und Prozess unterschieden. Es wird zwischen einer Trennung der Messwertverbindung alleine und der gemeinsamen Trennung mit den binären Ein-/Ausgängen zum Prozess hin unterschieden. Wurde die Trennstelle aktiviert, werden die vorher mit dem Prozess verbundenen Schnittstellen auf ein Prüfsystem zur Signalsimulation umgeschaltet. Die Umschaltung der Trennstelle findet üblicherweise direkt am Feld statt.

Die dritte Spalte beschreibt mehrere Möglichkeiten zur Einleitung des Prüfzenarios. Die Einleitung des Testbetriebs am IED kann sowohl über die Vor-Ort-Bedienung, einen Client (z.B. eine Leittechnische Einrichtung) als auch über Binäreingang erfolgen. Der Binäreingang wird dabei über einen Kontakt von der Trennstelle direkt oder durch einen dafür getrennt vorgesehenen Schalter angesteuert.

Die Umschaltung des IED in den Testbetrieb erfolgt immer für ein vollständiges logisches Gerät (LD). Die Steuerung soll über den Knoten LLN0/Mod des jeweiligen LD erfolgen. Bei der Aktivierung über einen Client wird vorausgesetzt, dass auf den Steuerstellen der Leittechnik eine entsprechende Berechtigungsprüfung erfolgt, bevor der Steuerbefehl zum IED über IEC61850 hin abgesetzt wird.

Der am Testbetrieb teilhabende Client kann sowohl selbst in einen Testbetrieb versetzt werden als auch einen speziellen Steuerbereich zur Verfügung stellen, um geeignete Kommandos mit Markierung des Testattributs absetzen zu können. So kann dieser gezielt einzelne IED's in den Testbetrieb versetzen, um mit diesem eine Prüfung durchzuführen. Die restliche Station kann dann im normalen Betrieb verbleiben, sodass auf Clientseite die betrieblichen Informationen nicht verloren gehen.

Die vierte Spalte beschreibt die entsprechende Reaktion auf der IEC61850-Schnittstelle nach der Einleitung. Die Betrachtung wird auf die Informationen beschränkt, die auf der Kommunikationsschnittstelle selbst übertragen werden.

Die fünfte Spalte zeigt, dass sich der Prüfling während einiger Prüfschritte durchaus im Normalmodus befinden kann. Sehr häufig wird z.B. erst eine ausführliche Schnittstellen- bzw. Funktionsprüfung im Testbetrieb durchgeführt, um dann zum Abschluss eine stichprobenartige Nachprüfung im Normalbetrieb durchzuführen. Dies soll sicherstellen, dass sich das IED in beiden Betriebsarten identisch verhält.

Die weiteren Spalten enthalten die Einträge für die 13 verschiedenen Aktionspartner des Prüflings während der Prüfdurchführung. Diese sind zur besseren Übersicht mit einer Nummer versehen, die auf Bild 16 wiederzufinden ist.

Das für das jeweilige Prüfzenario erwartete Verhalten des Prüflings wird durch den Texteintrag in der Tabelle beschrieben. Die Legende ist unterhalb der Tabelle zu finden. Die maßgebliche Unterscheidung erfolgt durch die Behandlung bzw. Kennzeichnung des Testattributs und der Schnittstellenumschaltung über die Trennstelle.

Kapitel in Applik. beschr.	Prüfszenario	Prüfszenario, wird eingeleitet durch Aktion (Möglichkeiten a,b oder c)	Reaktion im IED1 über IEC61850	Ziel-Zustand des IED1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
					Kommando am Frontdisplay	Binäreingänge vom Prozess	Binärausgänge zum Prozess	Messwerte vom Prozess	Kommando vom Client	Meldungen & Messwerte zum Client	Kommando vom GOOSE-Publisher	Meldungen & Messwerte zum GOOSE-Subscriber	Kommando v von Prüfeinrichtung (Binärausgang)	Meldungen zur Prüfeinrichtung (Binäreingang)	Messwerte v von Prüfeinrichtung	Kommando per GOOSE von Prüfeinrichtung	Meldungen & Messwerte per GOOSE zur Prüfeinrichtung
Kap.7.1.2	Normalbetrieb			Normal-Modus	x	x	x	x	x oT	x	x oT	x	nv	nv	nv	nv	nv
Kap.7.1.3	Prüfung Primärgeräte und Verdrahtung je Feld	a: Bedienhandlung am IED b: Client setzt LLNO.Mod = test c: Über Binäreingang am IED	LLNO.Beh.stVal = test	Test-Modus	x	x	x	x	x mT	x mT	x mT	x mT	o	o	o	nv	nv
Kap.7.1.4	Schutzprüfung (nur mit MW-Trennstelle, typischerweise mit Leistungsschalter)	a: Bedienhandlung am IED b: Client setzt LLNO.Mod = test c: Über Binäreingang am IED	LLNO.Beh.stVal = test	Test-Modus	x	x	x	x oP	x mT	x mT	x mT	x mT	x	x	x	x mT	x mT
	Schutzprüfung (mit MW&E/A-Trennstelle)	a: Bedienhandlung am IED b: Client setzt LLNO.Mod = test c: Über Binäreingang am IED	LLNO.Beh.stVal = test	Test-Modus	x	x oP	x oP	x oP	x mT	x mT	x mT	x mT	x	x	x	x mT	x mT
Kap.7.1.5	Inbetriebsetzungsprüfungen je Feld (Funktion gesamtes Feld, nur MW-Trennstelle)	a: Bedienhandlung am IED b: Client setzt LLNO.Mod = test c: Über Binäreingang am IED	LLNO.Beh.stVal = test	Test-Modus	x	x	x	x oP	x mT	x mT	x mT	x mT	x	x	x	x mT	x mT
	Inbetriebsetzungsprüfungen je Feld (Funktion gesamtes Feld, mit MW&E/A-Trennstelle)	a: Bedienhandlung am IED b: Client setzt LLNO.Mod = test c: Über Binäreingang am IED	LLNO.Beh.stVal = test	Test-Modus	x	x oP	x oP	x oP	x mT	x mT	x mT	x mT	x	x	x	x mT	x mT
	Inbetriebsetzungsprüfungen je Feld (Funktion gesamtes Feld, mit MW&E/A-Trennstelle, IED im Normalbetrieb)	a: Durch Trennstelle am Feld	Keine Reaktion	Normal-Modus	x	x oP	x oP	x oP	x oT	x	x oT	x	x	x	x	x oT	x
Kap.7.1.6	Inbetriebsetzungsprüfungen je Anlage (Funktion feldübergreifend, nur MW-Trennstelle)	a: Bedienhandlung am IED b: Client setzt LLNO.Mod = test c: Über Binäreingang am IED	LLNO.Beh.stVal = test	Test-Modus	x	x	x	x oP	x mT	x mT	x mT	x mT	o	o	x	x mT	x mT
	Inbetriebsetzungsprüfungen je Anlage (Funktion feldübergreifend, mit MW&E/A-Trennstelle, IED im Normalbetrieb)	a: Durch Trennstelle am Feld	Keine Reaktion	Normal-Modus	x	x oP	x oP	x oP	x oT	x	x oT	x	x	x	x	x oT	x
Kap.7.1.7	Prüfung der Kommunikation zur LT, Archivrechner, NLT (mit MW&E/A-Trennstelle)	a: Bedienhandlung am IED b: Client setzt LLNO.Mod = test c: Über Binäreingang am IED	LLNO.Beh.stVal = test	Test-Modus	x	x oP	x oP	x oP	x mT	x mT	x mT	x mT	x	x	x	x mT	x mT
	Prüfung der Kommunikation zur LT, Archivrechner, NLT (mit MW&E/A-Trennstelle, IED im Normalbetrieb)	a: Durch Trennstelle am Feld	Keine Reaktion	Normal-Modus	x	x oP	x oP	x oP	x oT	x	x oT	x	x	x	x	x oT	x
Legende:																	
x = uneingeschränkt wirksam																	
x oP = wirksam, aber nicht mit Prozess verbunden																	
x oT = wirksam, wenn ohne Testattribut gesendet																	
x mT = wirksam, wenn mit Testattribut gesendet																	
o = nicht verbunden/wirksam																	
nv = nicht verwendet																	

7.1.2 Normalbetrieb

Die Beschreibung des Normalbetriebs ist erforderlich, um eine geeignete Unterscheidung des Verhaltens der IED gegenüber dem Prüfmodus zu ermöglichen.

Allgemeine Anforderungen:

- Das IED darf nur auf Daten ohne Test-Markierung aus benachbarten Feldern oder von der übergeordneten Leittechnik reagieren (Server-Client bzw. Goose).
- In Melderichtung müssen alle Informationen aus dem IED (sowohl an Clients als auch per Goose an andere IED's) ohne Testbit versandt werden.

Es kann während des Normalbetriebs auch eine Prüfung des IED durchgeführt werden. Hierbei wird mit Hilfe einer Trennstelle (Prüfschalter oder –stecker) die Verbindung des IED zum Prozess hin aufgetrennt und das IED im „scharfen“ Betrieb geprüft. Das oben beschriebene Verhalten darf sich dabei nicht ändern, solange das IED nicht in den Testmodus geschaltet wird.

7.1.3 Prüfung Primärgeräte und Verdrahtung je Feld

Ziel der Prüfung: Sicherstellung der fehlerfreien Funktion und Verdrahtung eines Feldes, insbesondere alle Verbindungen zwischen IED und Primärtechnik.

Beispiele:

- Einstellarbeiten an Primärgeräten (z.B. Einstellen der Rückmeldekontakte bei Trennerantrieben)
- Überprüfung von Gerätemeldungen (z.B. SF-6 Gasdruckmeldungen bei Leistungsschaltern)

Dabei ergeben sich folgende Anforderungen:

- Das IED wird in den Testmodus gesetzt (HMI, Client oder Binäreingang).
- Das Primärgerät bleibt mit dem IED verbunden, alle Ein- und Ausgänge des IED's sind uneingeschränkt wirksam (Keine Trennstelle aktiv).
- Das IED darf nur noch auf Daten mit Test-Markierung aus benachbarten Feldern oder von der übergeordneten Leittechnik reagieren (Server-Client bzw. Goose). Schaltbefehle werden vom IED nur am Frontdisplay oder im Bedarfsfall- nur von berechtigten Clients (Station Controller, Test-/Diagnose-Tools) als Kommando mit gesetztem Testbit angenommen.
- In Melderichtung werden alle Informationen aus dem IED (sowohl an Clients als auch per Goose an andere IED's) mit Testbit versandt, so dass der Empfänger über seine eigene Logik entscheiden kann, wie mit der Information umgegangen wird.

IED-Prüfeinrichtungen kommen in diesem Betrachtungsfall nicht zum Einsatz.

7.1.4 Schutzprüfung

Ziel der Prüfung: Sicherstellung der fehlerfreien Verdrahtung und Funktion der Schutzeinrichtungen eines Feldes.

Das IED (z.B. Schutz- oder Kombigerät) wird geprüft, die Primäranlage kann außer

Betrieb oder in Betrieb¹ sein.

Bei der Inbetriebsetzungs- oder Turnusprüfung wird neben der Überprüfung der Verdrahtung auch die ordnungsgemäße Reaktion des betrachteten IED's auf Eingangsinformationen (Befehle, Binäreingänge, Messwerte, Goose-Messages) im Hinblick auf gültige, ungültige oder fehlende Informationen oder Zustände kontrolliert. Bei der Prüfung des feldbezogenen Schutzes werden feldübergreifende Funktionen im IED, die dezentral organisiert sind wie z.B. die Anregung oder Auslösung des Schalterreserveschutzes, mit erfasst.

Mögliche Prüf Szenarien:

- Schutzprüfung (nur mit MW-Trennstelle, typischerweise mit Leistungsschalter)
- Schutzprüfung (mit MW&E/A-Trennstelle)

Beispiele:

- Inbetriebsetzungs- oder Turnusprüfungen je Schutzsystem im Zusammenwirken mit Primärgeräten (z.B. Leistungsschalter, Trennschalter)
- Inbetriebsetzungs- oder Turnusprüfungen je Schutzsystem alleine

Je nach Prüfkonzept und Zustand der Anlage wird das IED in den Testmodus (HMI, Client oder Binäreingang) oder den Normal-Modus gesetzt. Die in der Tabelle beschriebenen Modi sind im Prüfmodus dargestellt, können aber auch im Normalbetrieb durchgeführt werden. Die Anforderungen bleiben dabei identisch.

Anforderungen:

- Die Primäranlage wird über eine Trennstelle von dem IED abgetrennt. Es erfolgt hierbei entweder die Trennung der Messwerte oder auch zusätzlich der binären Ein- und Ausgänge.
- Das IED darf nur noch auf Daten mit Test-Markierung aus benachbarten Feldern oder von der übergeordneten Leittechnik reagieren (Server-Client bzw. Goose). Befehle (z.B. Schalten der AWE-Funktion, Umschalten von Parametersätzen) werden vom IED nur am Frontdisplay oder im Bedarfsfall nur von berechtigten Clients (Station Controller, Test-/Diagnose-Tools) als Kommando mit gesetztem Testattribut angenommen.
- In Melderichtung werden alle Informationen aus dem IED (sowohl an Clients als auch per Goose an andere IED's) nur noch mit Testattribut versandt, so dass der Empfänger über seine eigene Logik entscheiden kann, wie mit der Information umgegangen wird. Dieses gilt auch für Störschriebe.
- Für die Prüfungen ist der Einsatz von IED-Prüfeinrichtungen notwendig. Die für die Funktion notwendigen Informationen werden über die Prüfeinrichtung simuliert. So werden z.B. Meldungen (z.B. LS-, Trennschalterrückmeldungen für AWE, Schalterreserveschutz, Schutzsignalübertragung) und Messwerte (Strom, Spannung) erzeugt, welche an der Trennstelle (Prüfschalter oder –stecker) für das zu prüfende IED eingespeist werden. Die Reaktion darauf wird durch die Prüfeinrichtung kontrolliert. Die Prüfeinrichtung muss sowohl im Test- auch als im

¹ Aufgrund hoher Verfügbarkeitsanforderungen an die Betriebsmittel des Netzes ist es in vielen Fällen nicht möglich, Leitungen oder Transformatoren für turnusmäßige Prüfungen der Sekundärtechnik oder für Störungsbehebung auszuschalten. Daraus ergibt sich der Bedarf, Schutzeinrichtungen bei Vorhandensein von mindestens zwei unabhängigen Schutzsystemen, während des Betriebes zu prüfen.

Normalmodus betrieben werden können.

- Die Prüfeinrichtung kann mit dem IED sowohl über binäre Ein-/Ausgänge als auch über Goose-Kommunikation binäre Informationen für den Prüfvorgang austauschen. Im Falle der Gooses wird mit Hilfe der Markierung mit Testattribut die Unterscheidung zwischen simulierten oder echten Prozessinformationen getroffen.
- Bei Messwerten ist generell eine Trennung zur Einspeisung von Prüferten notwendig, um im Schutzsystem ablaufende Funktionen, wie z.B. eine Kurzschlussabschaltung überprüfen zu können.

7.1.5 Inbetriebsetzungsprüfungen je Feld

Ziel der Prüfung: Sicherstellung der fehlerfreien Verdrahtung und Funktion eines vollständigen Feldes (Primär- und Sekundärtechnik). Bei der Inbetriebsetzungsprüfung wird neben der Überprüfung der Verdrahtung auch die ordnungsgemäße Reaktion des betrachteten IED's auf Eingangsinformationen (Befehle, Binäreingänge, Messwerte, Goose-Messages) im Hinblick auf gültige, ungültige oder fehlende Informationen oder Zustände kontrolliert. Bei der Überprüfung des Feldes werden feldübergreifende Funktionen, die dezentral organisiert sind, wie z.B. eine Verriegelung, automatisch mit überprüft.

Mögliche Prüf Szenarien:

- Inbetriebsetzungsprüfungen je Feld (Funktion gesamtes Feld, nur MW-Trennstelle)
- Inbetriebsetzungsprüfungen je Feld (Funktion gesamtes Feld, mit MW&E/A-Trennstelle)
- Inbetriebsetzungsprüfungen je Feld (Funktion gesamtes Feld, mit MW&E/A-Trennstelle, IED im Normalbetrieb)

Beispiele:

- Prüfung der Feldverriegelung
- Verdrahtungsprüfung bei Erstinbetriebnahme
- Prüfung feldbezogener Synchrocheckeinrichtung

Je nach Prüfkonzept und Zustand der Anlage wird das IED in den Testmodus (HMI, Client oder Binäreingang) oder den Normal-Modus gesetzt.

Dabei ergeben sich folgende Anforderungen:

- Die Primäranlage wird über eine Trennstelle von dem IED abgetrennt. Es erfolgt hierbei entweder die Trennung der Messwerte oder auch zusätzlich der binären Ein- und Ausgänge.

Test-Modus:

- Das IED darf nur noch auf Daten mit Test-Markierung aus benachbarten Feldern oder von der übergeordneten Leittechnik reagieren (Server-Client bzw. Goose). Schaltbefehle werden vom IED nur am Frontdisplay oder im Bedarfsfall- nur von berechtigten Clients (Station Controller, Test-/Diagnose-Tools) als Kommando mit gesetztem Testbit angenommen.

- In Melderichtung werden alle Informationen aus dem IED (sowohl an Clients als auch per Goose an andere IED's) nur noch mit Testbit versandt, so dass der Empfänger über seine eigene Logik entscheiden kann, wie mit der Information umgegangen wird.

Normal-Modus:

- Das IED verhält sich wie im normalen Betrieb und darf nur auf Daten ohne Test-Markierung aus benachbarten Feldern oder von der übergeordneten Leittechnik reagieren (Server-Client bzw. Goose).
 - In Melderichtung verhält sich das IED wie im normalen Betrieb. Alle Informationen aus dem IED (sowohl an Clients als auch per Goose an andere IED's) werden ohne Testbit versandt.
-
- IED-Prüfeinrichtungen kommen in diesem Betrachtungsfall zum Einsatz. Die für die Funktion notwendigen Informationen der beteiligten Partner kommen entweder über den realen Prozess oder werden über diese Prüfeinrichtung simuliert. Die Reaktion darauf wird ebenfalls kontrolliert.
 - Die Prüfeinrichtung kann mit dem IED sowohl über binäre Ein-/Ausgänge als auch über Goose-Kommunikation binäre Informationen für den Prüfvorgang austauschen. Im Falle der Gooses wird mit Hilfe der Markierung mit Testbit die Unterscheidung zwischen simulierten oder echten Prozessinformationen getroffen.
 - Bei Messwerten ist alternativ eine Trennung zur Einspeisung von Prüfwerten vorgesehen um im Feld ablaufende Funktionen wie z.B. einen Synchrocheck auch bei spannungsloser Anlage überprüfen zu können.

7.1.6 Inbetriebsetzungsprüfungen je Anlage

Ziel der Prüfung: Überprüfung feldübergreifender Funktionen, die zentral organisiert sind und Messwerte benötigen. Überprüfung des Informationsaustauschs unter Normalbetriebsbedingungen als „Endabnahme“.

Mögliche Prüfszenarien:

- Inbetriebsetzungsprüfungen je Anlage (Funktion feldübergreifend, nur MW-Trennstelle)
- Inbetriebsetzungsprüfungen je Anlage (Funktion feldübergreifend, mit MW&E/A-Trennstelle, IED im Normalbetrieb)

Beispiele:

- Prüfung der Anlagenverriegelung
- Prüfung zentrale Synchrocheckeinrichtung
- Prüfung Umschaltautomatiken

Je nach Prüfkonzept und Zustand der Anlage wird das IED in den Testmodus (HMI, Client oder Binäreingang) oder den Normal-Modus gesetzt.

Dabei ergeben sich folgende Anforderungen:

- Die Primäranlage wird über eine Trennstelle von dem IED abgetrennt. Es erfolgt hierbei entweder die Trennung der Messwerte oder auch zusätzlich der binären Ein- und Ausgänge.

Test-Modus:

- Das IED darf nur noch auf Daten mit Test-Markierung aus benachbarten Feldern oder von der übergeordneten Leittechnik reagieren (Server-Client bzw. Goose). Schaltbefehle werden vom IED nur am Frontdisplay oder im Bedarfsfall- nur von berechtigten Clients (Station Controller, Test-/Diagnose-Tools) als Kommando mit gesetztem Testbit angenommen.
- In Melderichtung werden alle Informationen aus dem IED (sowohl an Clients als auch per Goose an andere IED's) nur noch mit Testbit versandt, so dass der Empfänger über seine eigene Logik entscheiden kann, wie mit der Information umgegangen wird.

Normal-Modus:

- Das IED verhält sich wie im normalen Betrieb und darf nur auf Daten ohne Test-Markierung aus benachbarten Feldern oder von der übergeordneten Leittechnik reagieren (Server-Client bzw. Goose).
 - In Melderichtung verhält sich das IED wie im normalen Betrieb. Alle Informationen aus dem IED (sowohl an Clients als auch per Goose an andere IED's) werden ohne Testbit versandt.
-
- IED-Prüfeinrichtungen kommen in diesem Betrachtungsfall zum Einsatz. Die für die Funktion notwendigen Informationen der beteiligten Partner kommen entweder über den realen Prozess oder werden über diese Prüfeinrichtung simuliert. Die Reaktion darauf wird ebenfalls kontrolliert.
 - Die Prüfeinrichtung kann mit dem IED sowohl über binäre Ein-/Ausgänge als auch über Goose-Kommunikation die erforderlichen Informationen für den Prüfvorgang austauschen. Im Falle der Gooses besteht derzeit das Problem, dass eine direkte Simulation durch das Prüfgerät nach dem aktuellen Stand der Norm nicht realisiert werden kann.
 - Bei Messwerten ist alternativ eine Trennung zur Einspeisung von Prüferten vorgesehen um im Feld ablaufende Funktionen wie z.B. einen Synchrocheck auch bei spannungsloser Anlage überprüfen zu können.

7.1.7 Prüfung der Kommunikation zu LT, Archivrechner, NLT

Ziel der Prüfung: Hier sollen angeschlossene Diagnosegeräte, Steuereinheiten, Archive etc. überprüft werden, ob die Informationen, wie in der Parametrierung vorgesehen, auch ankommen und verarbeitet werden. Die Prüfung der Goose-Kommunikation erfolgt im Rahmen der feld- oder anlagenbezogenen Funktionsprüfung und wird hier nicht mehr betrachtet.

Mögliche Prüfscenarien:

- Prüfung der Kommunikation zur LT, Archivrechner, NLT (mit MW&E/A-Trennstelle)
- Prüfung der Kommunikation zur LT, Archivrechner, NLT (mit MW&E/A-Trennstelle, IED im Normalbetrieb)

Beispiele:

- Prüfung der Datenübertragung zwischen IED und deren Kommunikationspartnern

Je nach Prüfkonzept und Zustand der Anlage wird das IED in den Testmodus (HMI, Client oder Binäreingang) oder den Normal-Modus gesetzt. Je nach Konzept gibt es individuell mehr oder weniger Clients und Festlegungen, wohin eine Meldung im speziellen Betrachtungsfall übertragen werden soll.

Es ergeben sich folgende Anforderungen:

- Die Primäranlage wird über eine Trennstelle von dem IED abgetrennt. Es erfolgt hierbei die Trennung der Messwerte und binären Ein- und Ausgänge.

Test-Modus:

- Der an der Prüfung beteiligte Client muss für diese Prüfung Informationen mit Testbit generieren bzw. verarbeiten können.
- Das IED darf nur noch auf Daten mit Test-Markierung aus benachbarten Feldern oder von der übergeordneten Leittechnik reagieren (Server-Client bzw. Goose). Schaltbefehle werden vom IED nur am Frontdisplay oder im Bedarfsfall- nur von berechtigten Clients (Station Controller, Test-/Diagnose-Tools) als Kommando mit gesetztem Testbit angenommen.
- In Melderichtung werden alle Informationen aus dem IED (sowohl an Clients als auch per Goose an andere IED's) nur noch mit Testbit versandt, so dass der Empfänger über seine eigene Logik entscheiden kann, wie mit der Information umgegangen wird.

Normal-Modus:

- Der an der Prüfung beteiligte Client muss für diese Prüfung Informationen ohne Testbit generieren bzw. verarbeiten können.
 - Das IED verhält sich wie im normalen Betrieb und darf nur auf Daten ohne Test-Markierung aus benachbarten Feldern oder von der übergeordneten Leittechnik reagieren (Server-Client bzw. Goose).
 - In Melderichtung verhält sich das IED wie im normalen Betrieb. Alle Informationen aus dem IED (sowohl an Clients als auch per Goose an andere IED's) werden ohne Testbit versandt.
-
- IED-Prüfeinrichtungen kommen in diesem Betrachtungsfall zum Einsatz. Die für die Funktion notwendigen Informationen der beteiligten Partner kommen entweder über den realen Prozess oder werden über diese Prüfeinrichtung simuliert. Die Reaktion darauf wird ebenfalls kontrolliert.
 - Die Prüfeinrichtung kann mit dem IED sowohl über binäre Ein-/Ausgänge als auch über Goose-Kommunikation binäre Informationen für den Prüfungsvorgang austauschen. Im Falle der Gooses besteht derzeit das Problem, dass eine direkte Simulation durch das Prüfgerät nach dem aktuellen Stand der Norm nicht realisiert werden kann.

Bei Messwerten ist alternativ eine Trennung zur Einspeisung von Prüfwerten vorgesehen um im Feld ablaufende Funktionen wie z.B. einen Synchrocheck auch bei spannungsloser Anlage überprüfen zu können.

7.1.8 Einschränkungen

Die IEC61850 bietet eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten zur Durchführung von Geräte- und Systemprüfungen. Im Rahmen dieser Applikationsbeschreibung wurde bewusst erstmal die heute sehr oft angewandte Prüfung mit Hilfe eines Prüfschalters oder –steckers als Trennstelle zwischen Feldgerät und Primäranlage ausgewählt.

Weitere Prüfkonzepte, wie z.B. die Prüfung mit einer Prüfeinrichtung mit Ethernet-Schnittstelle zur Einprägung von analogen und digitalen Größen direkt über den Bus oder die Prüfung von Anlagen mit digitalem Prozessbus nach IEC61850-9-2 werden erst zu einem späteren Zeitpunkt behandelt.

7.2 Informationen und Kommunikationsteilnehmer

Die Anforderung der verschiedenen Prüfzenarien werden durch Trennen des IED's vom Prozess und/oder durch Einstellen eines Testmodus im IED abgedeckt.

Der Testmodus im IED wird immer komplett für alle logischen Gerät eingestellt:

- durch einen speziellen Befehl von einem Client (Test-/Diagnosetool, Leittechnik, Frontdisplay am Gerät wenn als Client realisiert)
- durch Direktbedienung an der Ortssteuerung (Binärkontakt) .

Die Einstellung des Modus (in Test und zurück) muss über eine spezielle Berechtigung (Schlüsselschalter, Passwort, Zugang zum Ortsteuerschrank) abgesichert werden. Jede Änderung wird in der Ereignisliste protokolliert.

7.3 Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)

Ändern des Datenobjektes Mod (= TEST) in den LLN0 aller logischen Geräte (LD). Das Ergebnis ist das Umschalten des gesamten IED's in den TEST-Modus.

Folgende Informationen werden durch Änderung des Mod im gesamten LD benötigt:

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
LLN0					
	Mod	INC	ctIVal stVal q t ctIModel	on, test on, test direct-control-with-normal-security	Steuerung des logischen Knoten (Die Struktur der Serviceparameter für ctIVal wird durch Teil 8-1 definiert) Zustand des logischen Knoten Steuerungsmethode des logischen Knoten

Die Meldung erfolgt in diesem Fall mit Hilfe des Datums „Beh“ über die Kommunikationsschnittstelle:

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
LLN0					
	Beh	INS	stVal q t	on, test	Zustand des logischen Gerätes

7.4 Zeitanforderungen

Es bestehen keine besonderen Zeitanforderungen. Es sollte aber sichergestellt werden, dass der Testmodus in allen LD's quasi-gleichzeitig im IED aktiviert und nur einmal für das gesamte IED protokolliert wird.

7.5 Bewertung der möglichen Dienste

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach dem Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
Aktivierung/Deaktivierung des Prüfmodus						
Anforderung für diese Applikation	Erforderlich	Nicht erforderlich	$\leq 1s$	Niedrig	Niedrig	Nicht erforderlich
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
Control per Request / Response	Erfüllt	Nicht erfüllt	$\leq 1s$	Sehr niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	$< 20ms$	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	$< 20ms$	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
Zustandsmeldung des Prüfmodus						
Anforderung für diese Applikation	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	$\leq 1s$	Niedrig	Niedrig	Nicht erforderlich
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	$< 100ms$	Niedrig	Mittel	Nicht erfüllt
Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	$< 100ms$	Niedrig	Mittel	Erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	$< 20ms$	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	$< 20ms$	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt

7.6 Gewählte Dienste

Einlegen durch Mod-Änderung im LLN0 für das komplette LD:

Control-Modell für die Aktivierung / Deaktivierung vom Stationsleitgerät (client):

- Direct-Control-with-normal-security (ist als control model für Mode im LLN0 der GAK15-Anlage eingetragen)
- Direct-Control-with-enhanced-security

Damit ergeben sich folgende Dienste:

- Operate (Oper)
- CommandTermination (CmdTerm, Nur bei enhanced-security)

Protokollierung zum Stationsleitgerät:

- Buffered / Unbuffered Reporting (mit Triggeroptionen: data-change, quality-change, general-interrogation).

7.7 Prozeduren

Die Prozedur zur Mode-Änderung soll den Wert Mod des LLN0 aller logischen Geräte (LD) auf „TEST“ setzen.

Wenn für die Aktivierung Direct-Control-with-normal-security verwendet wird, entfällt die Command_termination-Zeile.

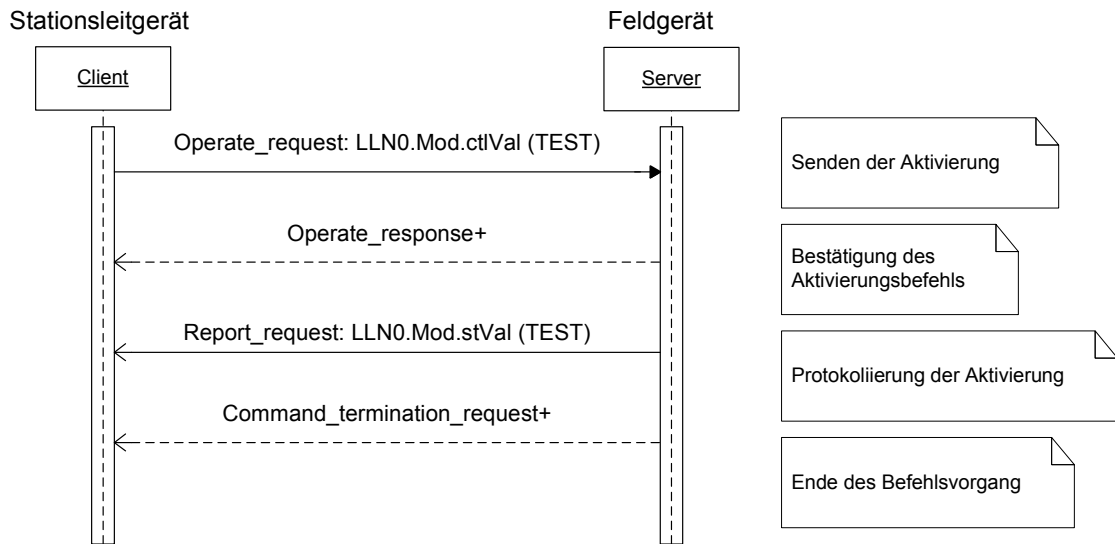


Bild 19: Sequenz bei Einschalten des TEST-Modus

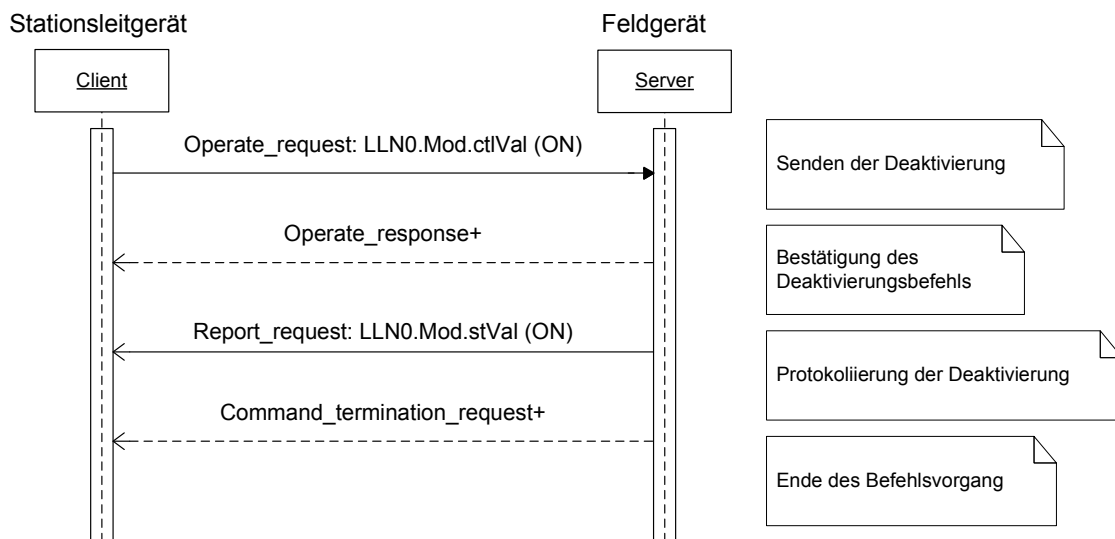


Bild 20: Sequenz bei Ausschalten des TEST-Modus (zurück in ON-Modus)

7.8 Randbedingungen

keine

8 Fern-/Ortumschaltung

8.1 Applikation

Die Fern-/Ortumschaltung ist die Steuerung der Schalthoheit zwischen Stations- und Feldebene im Feldgerät. Damit wird die Autorisierung, d.h. die Zuweisung und Überprüfung von Zugriffsrechten zum Schalten von Hochspannungsschaltern realisiert. Im Status „Fernsteuerung“ des Feldgerätes ist die Nahsteuerung vom Bedienplatz des Stationsleitgerätes und die Fernsteuerung von einer Netzleitstelle über ein Stationsgeräte-Gateway erlaubt. Die Trennung der Schalthoheit dieser beiden Steuerstellen wird im Stationsleitgerät als interne Funktion umgesetzt.

Die Fern-/Ortumschaltung wird in der Feldebene immer über einen Schlüsselschalter (Binärkontakt) oder durch Bedienung am Feldleitgerät verursacht.

Im Falle der Ortsteuerung werden oft noch verschiedene Betriebsarten unterschieden, wie z.B.:

- NAH Nahsteuerung über Servicesteuerort, z.B. am Display des Feldgerätes, mit Verriegelung über Feld-/Anlagenverriegelung
- NOT Notsteuerung über die Notsteuerelemente der einzelnen Felder, die Steuerung erfolgt ohne Verriegelung und ohne protokollierte Befehlsausgabe in der Leittechnik.
- AUS Keine Steuerung möglich

8.2 Informationen und Kommunikationsteilnehmer

Eine Aktivierung per Kommunikation entfällt, da die Orts-/Fernumschaltung per Schlüsselschalter oder durch Bedienung am Gerät durchgeführt wird. Der Informationsfluss bezieht sich auf die Protokollierung der Orts-/Fernumschaltung.

- Eine Fern-/Ortumschaltung wird durch eine Bedienung am Feldgerät oder über einen binären Kontakt (Schlüsselschalter) eingeschaltet (keine Kommunikation)
- Die Aktivierung der Fern-/Ortumschaltung wird im Gerät selbst und per Meldungsübertragung in der übergeordneten Stationsleitebene protokolliert und muss dort quittiert werden.
- Alle im Feldgerät eintreffenden Steuerungsbefehle werden mit einer negativen Bestätigung abgewiesen (BF-), solange auf Ortsteuerung geschaltet ist.

Es sollten aber überhaupt keine Steuerbefehle zum Feldgerät ausgegeben werden, da die Ausgabe vom Stationsleitgerät schon abgeblockt werden sollte (Auswertung der Rückmeldung Fern-/Ortumschaltung).

8.3 Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)

Fern-/Ortumschaltung:

Bei der Fern-/Ortumschaltung erfolgt über IEC61850 nur die Statusmeldung über ein eigens dafür geschaffenes Datenobjekt Loc:

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
LLN0					Übergreifende Befehle und Meldungen
	Loc	SPS	stVal q t	ORTSTEU / NAHSTEU	Angabe der Steuerebene

Dieses Datenobjekt wird zentral im Logical Node LLN0 und auch in weiteren Logical Nodes der einzelnen Steuerelemente gemeldet werden.

Eine Prinzipdarstellung zeigt Bild 21. In der GAK15-Anlage ist nur die übergreifende Fern-/Ortumschaltung modelliert (LLN0.Loc; z.B. gibt es nur einen Schlüsselschalter für das gesamte Feldgerät), nicht die selektive Umschaltung der einzelnen Schaltgeräte (XCBR.Loc). Die Meldung des Loc ist aber für alle Schaltgeräte XCBR und XSWI mandatory und wird somit auch separat bei Zustandswechsel gemeldet.

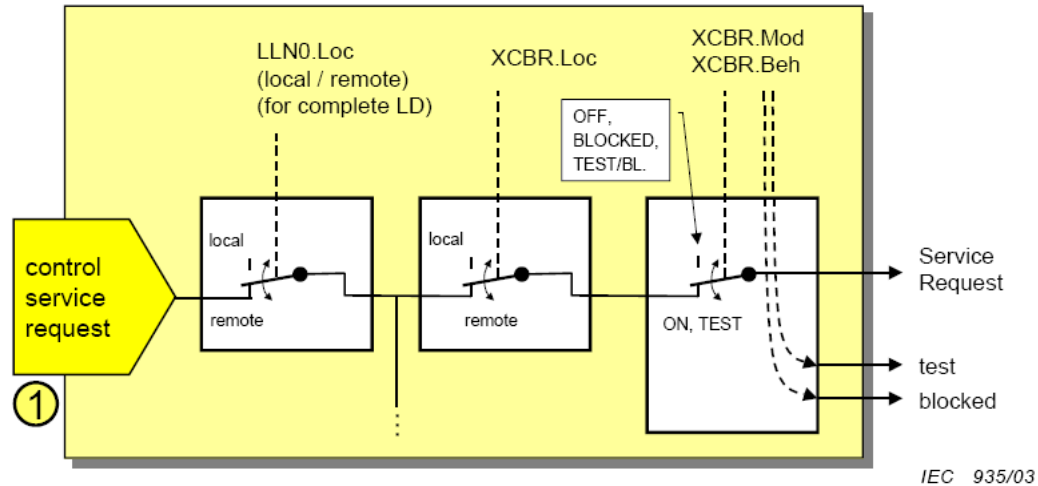


Bild 21: Zustandsmeldungen Fern-/Ortsteuerung

8.4 Zeitanforderungen

Die Meldung zur Statusänderung von Fern-/Ortsteuerung sollte nach spätestens nach 1 s erfolgen.

8.5 Bewertung der möglichen Dienste

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach dem Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
Aktivierung/Deaktivierung d. Umschaltung						
Anforderung für diese Applikation	Erforderlich	Nicht erforderlich	≤1s	Niedrig	Niedrig	Nicht erforderlich
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
Control per Request / Response	Erfüllt	Nicht erfüllt	≤1s	Sehr niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
Zustandsmeldung der Umschaltung						

Anforderung für diese Applikation	Nicht erforderlich	Nicht erforderlich	≤1s	Niedrig	Niedrig	Nicht erforderlich
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Nicht erfüllt
Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt

Für die Aktivierung/Deaktivierung von Clientseite kann derzeit kein Dienst empfohlen werden (nur optionale Möglichkeiten gelistet).

8.6 Gewählte Dienste

Protokollierung zum Stationsleitgerät:

- Buffered / Unbuffered Reporting (mit Triggeroptionen: data-change, quality-change, general-interrogation)

Abweisen von Steuerbefehlen: Select before Operate with enhanced security

Damit ergeben sich für den abzuweisenden Steuerbefehl folgende Dienste:

- SelectWithValue
- Cancel
- Operate
- CommandTermination

8.7 Prozeduren

Bild 22 zeigt die Prozedur zum Senden der Statusinformation nach gesetzter Fernsteuersperre.

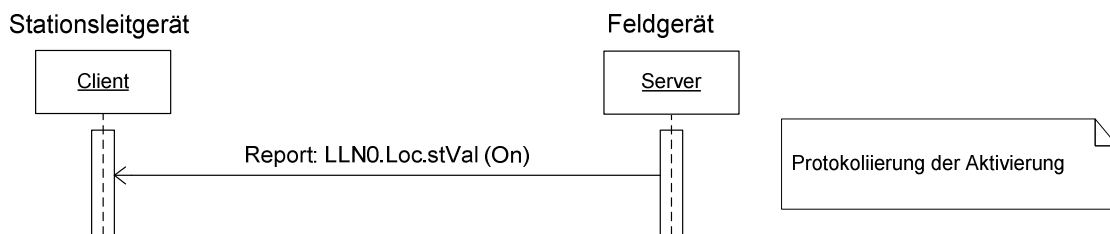


Bild 22: Protokollierung des Zustands der Fern-/Ortumschaltung

Im Folgenden (Bild 23) wird die Sequenz bei einem abgewiesenen Steuerbefehl gezeigt.

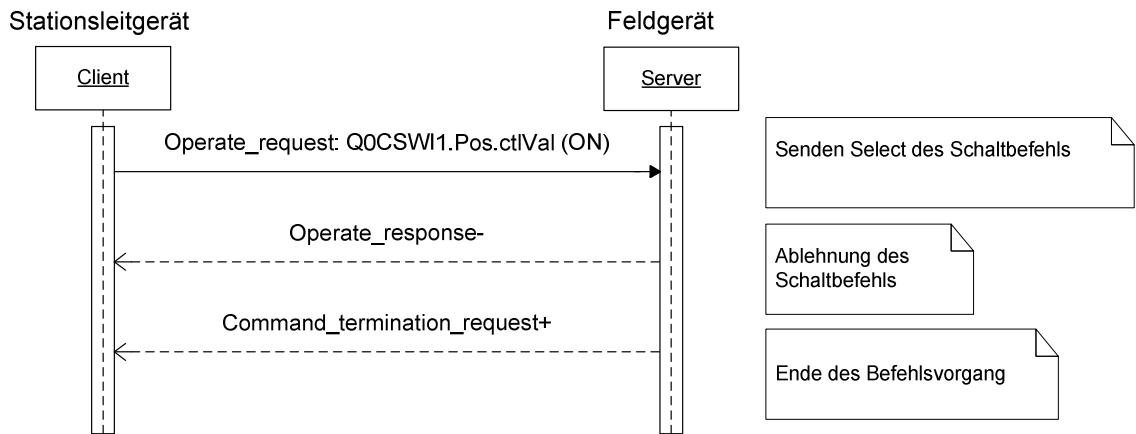


Bild 23: Sequenz bei einem abgewiesenen Steuerbefehl

8.8 Randbedingungen

Keine

9 Übertragung von Störfallaufzeichnungen auf einen Archivierungsrechner

9.1 Applikation

Die Funktion „Störfallaufzeichnung“ dient der Erfassung und Speicherung von Momentanwerten analoger Messgrößen und von binären Signalen. Im Allgemeinen ist die Störfallaufzeichnung funktionaler Bestandteil heutiger digitaler Feldeleit- und Schutzgeräte. Diese Geräte sind in der Lage mehrere Aufzeichnungen zu speichern und über eine Kommunikationsschnittstelle an überlagerte Systeme zu übertragen.

Bild 24 stellt eine typische Konfiguration dar. Die Feldeinheiten sind über ein Kommunikationsmedium mit einer Stationseinheit verbunden.

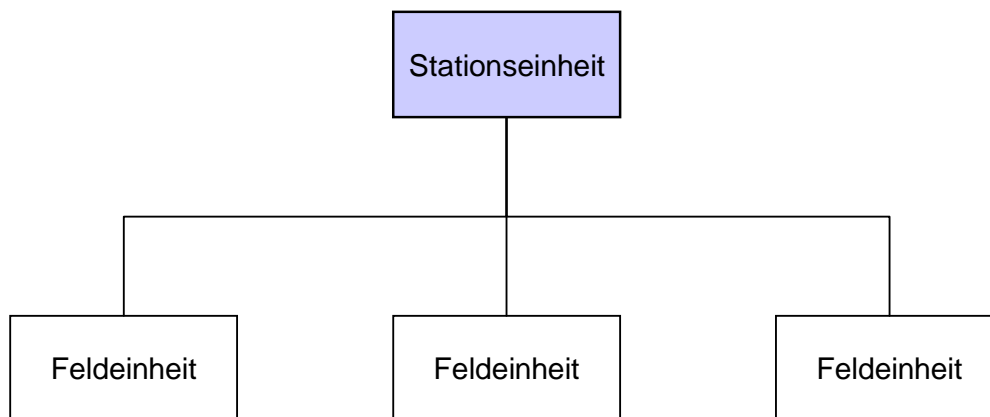


Bild 24: Konfiguration

Folgende Aufgaben und Funktionen werden von den beteiligten IEDs (Feld- und Stationseinheiten) übernommen

- Feldeinheiten:
 - Aufzeichnung von Störfällen
 - Speicherung der Störfallaufzeichnungen
 - Meldung über den Status der Störfallaufzeichnungen
 - Übertragung der Störfallaufzeichnungen über die Kommunikationsschnittstelle
- Stationseinheit:
 - Aggregation der Störfallaufzeichnungen der Feldeinheiten
 - Ausfallsichere Speicherung von Störfallaufzeichnungen mit hoher Speichertiefe
 - Ggfs. Formatkonvertierung der Störfallaufzeichnungen
 - Übertragung an entfernte Systeme
 - Vorhaltung für Service-Rechner

9.2 Informationen und Kommunikationsteilnehmer

Die nachfolgend aufgeführten Informationen sind für die Übertragung von Störfallaufzeichnungen erforderlich:

- Statusinformationen über Störfallaufzeichnungen
- Störfallaufzeichnungen im COMTRADE-Format

Bild 25 zeigt prinzipiell die beteiligten Kommunikationsteilnehmer und mögliche Datenflüsse.

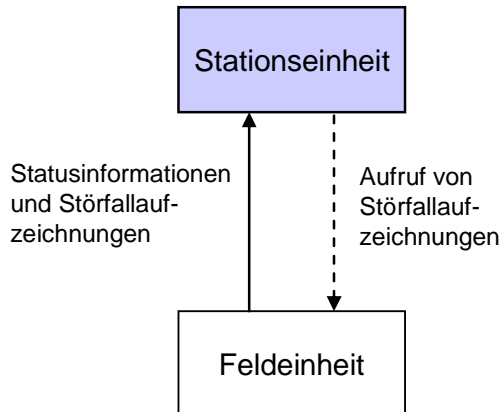


Bild 25: Kommunikationsteilnehmer und Datenflüsse

9.3 Benötigte Objektinformationen (LN/DO/DA)

9.3.1 Logisches Gerät

Die Norm sieht die Verwendung eines speziellen Logischen Devices (LD) zur Nachbildung der Funktion „Störfallaufzeichnung“ vor.

Dieser Ansatz empfiehlt sich, da in den meisten Geräten die Störfallaufzeichnung als eigenständige Gerätefunktion behandelt wird.

9.3.2 Logische Knoten

Die Norm sieht zur Modellierung der Störfallaufzeichnungsfunktion im Erfassungsgerät den Logischen Knoten RDRE (Disturbance Recorder Function) vor:

LN	Data	CDC	Attributes	Values and Report Text	Comment
RDRE					Stördatenerfassung in der Feld- und Prozessebene
	RcdMade	SPS	stVal q t	0 – False 1 – True	Störfallaufzeichnung durchgeführt
	FitNum	INS	stVal q t net	Zahl	Störfallnummer

Des Weiteren können folgende Logische Knoten verwendet werden.

- RDRS: Disturbance Record Handling, Stördatenmanagement in der Stationsebene

- RADR: Disturbance Recorder Channel Analogue, analoger Stördatenkanal
- RBDR: Disturbance Recorder Channel binary, binärer Stördatenkanal

Die Verwendung der Logischen Knoten RADR und RBDR setzt voraus, dass das Erfassungsgerät die Manipulation der Störfallaufzeichnungen (Comtrade-Format) unterstützt. Die Verwendung des LN RBDR ist für Clients (Stationseinheiten, Gateways und Stördatenkonzentratoren) vorgesehen.

Da von o.g. Voraussetzungen nicht immer ausgegangen werden kann, sollte für eine allgemeine und elementare Unterstützung im Erfassungsgerät (Schutz-, Steuergerät, nicht-konventioneller Wandler) mindestens der LN RDRE mit den verpflichtenden („Mandatory“) Datenobjekten vorhanden sein.

9.4 Zeitanforderungen

Die zeitlichen Anforderungen können wie folgt angegeben werden:

- Übertragung der Statusinformationen: < 500 ms
- Übertragung der Störfallaufzeichnungen > 1 s, < 1 min

9.5 Bewertung der möglichen Dienste

Verwendeter Dienst	Rücksendung einer Empfangsbestätigung	Empfang von mehreren Clients (Multicast)	Zeitkritischer Informationsaustausch	Kontinuierliches Datenaufkommen	Systembelastung direkt nach dem Ereignis	Senden gepufferter Daten nach einer Verbindungsunterbrechung
Übertragung der Statusinformationen						
Anforderung für diese Applikation	<i>Nicht erforderlich</i>	<i>Nicht erforderlich</i>	<500ms	<i>Niedrig</i>	<i>Niedrig</i>	<i>Nicht erforderlich</i>
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
GetDataValues (Polling per Request / Response)	Erfüllt	Nicht erfüllt	<500ms	Niedrig	Niedrig	Nicht erfüllt
Unbuffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Nicht erfüllt
Buffered Reporting	Erfüllt	Nicht erfüllt	< 100ms	Niedrig	Mittel	Erfüllt
GOOSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
GSSE	Nicht erfüllt	Erfüllt	<20ms	Mittel	Hoch	Nicht erfüllt
Übertragung der Störfallaufzeichnungen						
Anforderung für diese Applikation	<i>Nicht erforderlich</i>	<i>Nicht erforderlich</i>	>1s	<i>Mittel</i>	<i>Sehr hoch</i>	<i>Nicht erforderlich</i>
Anwendbarkeit der möglichen Dienste						
Filetransfer	Nicht erfüllt	Nicht erfüllt	> 1s	Sehr niedrig	Sehr hoch	Nicht erfüllt

9.6 Mögliche Dienste

Für die elementare Unterstützung der Übertragung von Störfallaufzeichnungen sollten folgende Dienste verwendet werden:

- Reporting zur Übertragung spontaner Statusinformationen
- IEC-61850-File-Transfer zur Übertragung der Störfallaufzeichnungen

9.7 Prozeduren

Das nachfolgende Sequenzdiagramm soll den Ablauf einer Störfallaufzeichnung und -übertragung, sowie die damit verbundenen Informationsflüsse zwischen den beteiligten Akteuren „Server“ und „Client“ darstellen. Optionale Aktionen sind gestrichelt markiert.

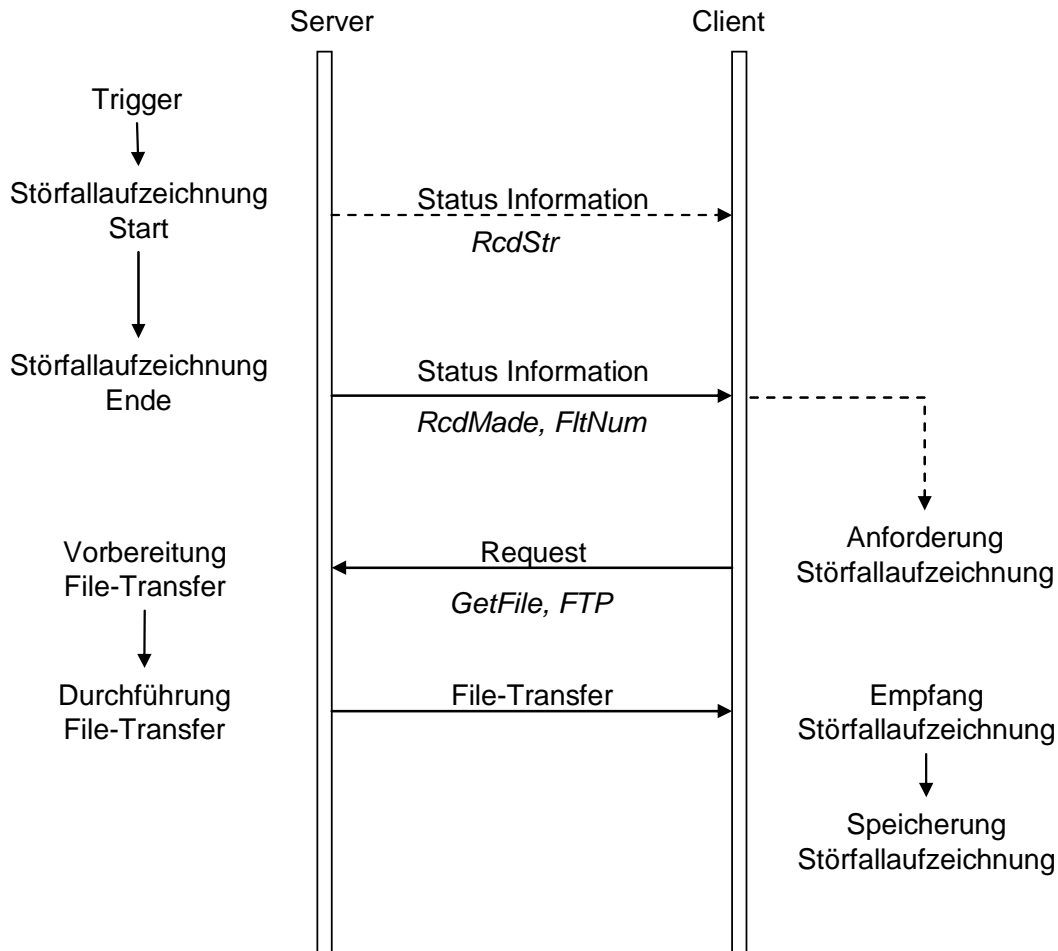


Bild 26: Sequenzdiagramm Störfallaufzeichnung und -übertragung

Die Aktion „Störfallaufzeichnungen“ besitzt folgende Aktivitäten:

- Die Störfallaufzeichnung im Server-Gerät wird durch ein Triggersignal initiiert.
- Die Störfallaufzeichnung startet. Falls unterstützt, sendet der Server spontan die Information „Recording Started“ (RDRE/RcdStr) an den Client.
- Nach Beendigung der Störfallaufzeichnung sendet der Server spontan die Informationen „Recording Made“ (RDRE/RcdMade) und „Fault Number“ (RDRE/FltNum) an den Client.

Die Aktion „Übertragung Störfallaufzeichnung“ besitzt folgende Aktivitäten:

- Die Übertragung der Störfallaufzeichnungen wird im Client durch ein externes Signal (Befehl vom Netzleitsystem) oder automatisch nach vorangegangener Information vom Server, initiiert.
- Der Client fordert über den File-Transfer-Dienst (IEC 61860-8-1) eine

bestimmte oder alle Störfallaufzeichnungen an.

- Der Server sendet die geforderten Daten an den Client.
- Der Client speichert die Störfallaufzeichnungen.

9.8 Randbedingungen

Als Randbedingungen für eine erfolgreiche Übertragung der Störfallaufzeichnung sind folgende Punkte zu klären:

- Authentifizierungsmechanismen (Login, Passwort)
- Übertragungsumfang (einzelne / alle Störfallaufzeichnungen)
- Aktivierungsmodus (automatisch / auf Befehl)
- Ablagestruktur im Client (gemeinsames / mehrere Verzeichnisse, Bezeichnungen)
- Behandlung der Störfallaufzeichnung im Server nach erfolgreicher Übertragung (Löschen, Überschreiben, etc.)
- Übertragung an Netzleitstelle

10 Empfehlungen zur Wahl der Dienste

10.1 Motivation für diese Empfehlungen

Die Kommunikationsnorm IEC61850 wurde als „offener“ Standard definiert, d.h. es wurde bewusst nicht eine Ausprägung auf die in Schaltanlagen üblichen Applikationen vorgenommen, sondern eine Möglichkeit zur freien Datenmodellierung aller heute üblichen Objekttypen und eine Vielzahl an möglichen Kommunikationsdiensten in die Norm eingebracht. Dies ermöglicht eine unbegrenzte Weiterentwicklung des Standards und eine Ausweitung der Norm auf unterschiedlichste Anwendungsbereiche. Der Nachteil ist allerdings die bei der Umsetzung einer Anwendung häufig fehlende Eindeutigkeit bzw. klare Festlegung, wie sie zum Teil aus anderen Kommunikationsnormen wie z.B. der IEC870-5-103 in Form einer festen Typ/Inf-Zuordnung gewohnt ist. Genau das stellt hier nun die Herausforderung für die Realisierung von Applikationen in Schaltanlagen dar. Für eine vollständige „Interoperabilität“ wird somit erforderlich, entweder in alle Geräte den vollen Dienstumfang der Norm zu implementieren, oder aber eine weitere Einschränkung bzw. Abstimmung vorzunehmen, mit welchen Diensten sinnvollerweise welche Applikation realisiert werden sollte. Diese Abstimmung wiederum kann von den Herstellern als Grundlage für die Geräteimplementierung verwendet werden, damit diese die für wichtig erklärten Dienste zukünftig in alle, in heutigen Schaltanlagen üblichen, Gerätetypen verfügbar machen. Aus diesem Grund hat sich der Arbeitskreis mit einer detaillierten Analyse beschäftigt und diese Applikationsbeschreibung erarbeitet.

10.2 Ergebnisse

Nach eingehender Analyse der für jede Applikationen erforderlichen Einzelschritte wurden die folgenden Dienste gewählt, um eine bestmögliche Realisierung nach heutigen Kenntnissen zu ermöglichen:

Rückwärtige Verriegelung

Übertragung der Blockadeinformation: GOOSE

Schaltgerätesteuerung

Aktivierung (zentral): Control per Request/Response

Überwachung Schaltzustand (zentral/dezentral): Unbuffered/Buffered Reporting

Zentrale Anlagenverriegelung in Stationseinheit

Übertragung Statusinformation: Unbuffered Reporting

Übertragung Freigabeinformation an Feldeinheit: Control per Request/Response

Dezentrale Anlagenverriegelung in dedizierter Feldeinheit

Übertragung der Status- und Freigabeinformation: GOOSE

Dezentrale Anlagenverriegelung in Feldeinheiten

Übertragung der Status- und Freigabeinformation: GOOSE

Schalten mit Synchrocheckfunktion / Parallelschaltautomatik

Anstoß Synchrocheckfunktion: Control per Request/Response

Rückmeldung der Synchronbedingungen: Unbuffered Reporting

Nachbildung der Sammelschienenspannung

Übertragung der Status- und Messwertinformationen: Unbuffered Reporting

Übertragung des Aufschaltbefehls: Control per Request/Response

Inbetriebnahme und Prüfung

Aktivierung/Deaktivierung des Prüfmodus: Control per Request/Response

Zustandsmeldung des Prüfmodus: Buffered/Unbuffered Reporting

Fern- / Ortumschaltung

Aktivierung/Deaktivierung der Umschaltung: Control per Request/Response

Zustandsmeldung der Umschaltung: Buffered/Unbuffered Reporting

Übertragung von Störfallaufzeichnungen auf einen Archivierungsrechner

Übertragung der Statusinformationen: Buffered/Unbuffered Reporting

Übertragung der Störfallaufzeichnungen: Filetransfer

10.3 Abschlußanmerkungen

Der Umfang der hier gewählten Applikationen umfasst bei weitem nicht alle in heutigen Schaltanlagen üblichen Anwendungen. Deshalb hat sich der Arbeitskreis vorgenommen, nach Veröffentlichung dieses Papiers weitere Applikationen zu einem späteren Zeitpunkt zu ergänzen.

Nicht alle empfohlenen Dienste stellen in jedem Fall eine ausreichende Lösung für die vielen Spielarten der verschiedenen Applikationen dar. In einigen Fällen wurden intensive Gespräche mit den Editoren des Standards geführt, um in der in 2008 kommenden Edition 2 der Norm noch fehlende Objekte und Objektausprägungen zu verbessern und erweitern. Es wurde bei diesen Gesprächen sichtbar, wie wichtig dieser Arbeitskreis trotz dem erstmal rein national aufgestellten Teilnehmerkreis für die kommende Ausprägung der Norm ist.