

SIPROTEC 4

Ethernet-Modul EN100 für IEC 61850 mit elektrischer/optischer 100 MBit-Schnittstelle

Handbuch

Vorwort

Inhaltsverzeichnis

Einführung

1

Aufbau der Ethernet-Module

2

Inbetriebnahme im Gerät

3

Integration in Netzwerke

4

IEC 61850 Konformitätserklärungen

5

Parametrierung

6

Zusatzinformationen

7

Hinweise zur Fehlersuche

8

Diagnosefunktionen

9

Technische Daten

10

Checkliste zur Inbetriebnahme

11

Anhang

12

Index

Ausgabe: Juni 2012

C53000-G1100-C167-11

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen.

Die Angaben in diesem Handbuch werden regelmäßig überprüft, und notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar.

Technische Änderungen bleiben, auch ohne Ankündigung, vorbehalten.

Dokumentenversion: 01.10.00

Copyright

Copyright © Siemens AG 2012. All rights reserved.

Weitergabe und Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Patenterteilung oder GM-Eintragung.

Eingetragene Marken

SIPROTEC, SINAUT, SICAM und DIGSI sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in diesem Handbuch können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen können.

Vorwort

Inhalt des Handbuchs

Das vorliegende Handbuch beschreibt das EN100-Modul der Protokollausprägung IEC 61850, das in allen SIPROTEC 4-Geräten zum Einsatz kommen kann.

Es gliedert sich in folgende Bereiche:

- Einführung → Kapitel 1
- Aufbau der Ethernet-Module → Kapitel 2
- Inbetriebnahme im Gerät → Kapitel 3
- Integration in Netzwerke → Kapitel 4
- IEC 61850 Konformitätserklärungen → Kapitel 5
- Parametrierung → Kapitel 6
- Zusatzinformationen → Kapitel 7
- Hinweise zur Fehlersuche → Kapitel 8
- Diagnosefunktionen → Kapitel 9
- Technische Daten → Kapitel 10
- Checkliste zur Inbetriebnahme → Kapitel 11
- Anhang → Kapitel 12

Allgemeine Angaben zur Bedienung, Montage, Inbetriebsetzung und Projektierung von SIPROTEC 4-Geräten entnehmen Sie bitte dem SIPROTEC 4-Systemhandbuch (Bestell-Nr.: E50417-H1100-C151).

EN100-Modul Spezifikation

Die Spezifikation des EN100-Moduls entspricht der internationalen Norm IEC 61850. Relevant ist insbesondere Part 8:

- IEC 57/617
"IEC 61850-8-1: Communication networks and systems in substations - Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) - Mappings to MMS (SISOI/ IEC 9506 Part 1 and Part 2) and to ISO/IEC 8802-3"

Gültigkeitsbereich des Handbuchs	<p>Dieses Handbuch ist gültig für SIPROTEC 4-Geräte:</p> <ul style="list-style-type: none">• IEC 61850 (Geräte-Firmware-Version ab 4.60) mit• EN100-Kommunikationsmodul ab Version 02.00.05 <p>Für die Geräteparametrierung ist zu verwenden:</p> <ul style="list-style-type: none">• DIGSI ab Version 4.60• EN100-Modul Gerätebasisprofile (XML-Beschreibung, gerätespezifisch, in DIGSI enthalten)
Edition 2 der IEC 61850	<p>Die Edition 2 der IEC 61850 wird ab der EN100-Firmware-Version 4.20 zusammen mit DIGSI 4 ab der Version 4.86 unterstützt. Diese beiden Firmware-Versionen sind die Voraussetzung zur Nutzung der Edition 2.</p>
Weitere Unterstützung	<p>Bei Fragen zum System SIPROTEC 4 wenden Sie sich bitte an Ihren Siemens-Vertriebspartner.</p>
Kurse	<p>Das individuelle Kursangebot entnehmen Sie bitte unserem Kurskatalog oder erfragen Sie bei unserem Trainingscenter in Nürnberg.</p>
Zielgruppe	<p>Schutzingenieure, Inbetriebsetzer, Personen, die mit der Einstellung, Prüfung und Wartung von Selektivschutz-, Automatik- und Steuerungseinrichtungen betraut sind und Betriebspersonal in elektrischen Anlagen und Kraftwerken.</p>

Hinweis zu Ihrer Sicherheit

Dieses Handbuch ist kein vollständiges Verzeichnis aller für einen Betrieb des Betriebsmittels (Baugruppe, Gerät) erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen. Es enthält aber Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise sind je nach Gefährungsgrad wie folgt dargestellt:

**GEFAHR**

GEFAHR bedeutet, dass Tod oder schwere Verletzungen eintreten **werden**, wenn die angegebenen Maßnahmen nicht getroffen werden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um Tod oder schwere Verletzungen zu vermeiden.

**WARNUNG**

WARNUNG bedeutet, dass Tod oder schwere Verletzungen eintreten **können**, wenn die angegebenen Maßnahmen nicht getroffen werden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um Tod oder schwere Verletzungen zu vermeiden.

**VORSICHT**

VORSICHT bedeutet, dass mittelschwere oder leichte Verletzungen eintreten **können**, wenn die angegebenen Maßnahmen nicht getroffen werden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um mittelschwere oder leichte Verletzungen zu vermeiden.

ACHTUNG

ACHTUNG bedeutet, dass Sachschäden entstehen **können**, wenn die angegebenen Maßnahmen nicht getroffen werden.

- Beachten Sie alle Hinweise, um Sachschäden zu vermeiden.

**Hinweis**

ist eine wichtige Information über das Produkt, die Handhabung des Produktes oder den jeweiligen Teil der Dokumentation, auf den besonders aufmerksam gemacht werden soll.

Elektrotechnisch qualifiziertes Personal

Nur elektrotechnisch qualifiziertes Personal darf ein in diesem Dokument beschriebenes Betriebsmittel (Baugruppe, Gerät) in Betrieb setzen und betreiben. Elektrotechnisch qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieses Handbuches sind Personen, die eine fachliche Qualifikation als Elektrofachkraft nachweisen können. Diese Personen dürfen Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb nehmen, freischalten, erden und kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Das Betriebsmittel (Gerät, Baugruppe) darf nur für die in den Katalogen und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen und zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden.

Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt Folgendes voraus:

- Einen sachgemäßen Transport
- Eine sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage
- Eine sachgemäße Bedienung und Instandhaltung

Beim Betrieb elektrischer Betriebsmittel stehen zwangsläufig bestimmte Teile unter gefährlicher Spannung. Wenn nicht fachgerecht gehandelt wird, können Tod, schwere Verletzungen oder Sachschäden auftreten:

- Das Betriebsmittel muss vor Anschluss von Verbindungen am Erdungsanschluss geerdet werden.
- Gefährliche Spannungen können in allen mit der Spannungsversorgung verbundenen Schaltungsteilen anstehen.
- Auch nach Abtrennen der Spannungsversorgung können gefährliche Spannungen im Betriebsmittel vorhanden sein (Kondensatorspeicher).
- Betriebsmittel mit Stromwandlerkreisen dürfen nicht offen betrieben werden.
- Die im Dokument genannten Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden. Das muss auch bei der Prüfung und der Inbetriebnahme beachtet werden.

Typografische und Zeichenkonventionen

Zur Kennzeichnung von Begriffen, die im Textfluss wörtliche Informationen des Gerätes oder für das Gerät bezeichnen, werden folgende Schriftarten verwendet:

Parameternamen, also Bezeichner für Konfigurations- und Funktionsparameter, die im Display des Gerätes oder auf dem Bildschirm des Personalcomputers (mit DIGSI) wörtlich erscheinen, sind im Text durch Fettdruck in Monoschrift (gleichmäßige Zeichenbreite) gekennzeichnet. Das gleiche gilt für Überschriften von Auswahlmenüs.

Parameterzustände, also mögliche Einstellungen von Textparametern, die im Display des Gerätes oder auf dem Bildschirm des Personalcomputers (mit DIGSI) wörtlich erscheinen, sind im Text zusätzlich kursiv geschrieben. Das gleiche gilt für Optionen in Auswahlmenüs.

„**Meldungen**“, also Bezeichner für Informationen, die das Gerät ausgibt oder von anderen Geräten oder Schaltmitteln benötigt, sind im Text in Monoschrift (gleichmäßige Zeichenbreite) geschrieben und zusätzlich in Anführungszeichen gesetzt.

In Zeichnungen, in denen sich die Art des Bezeichners aus der Darstellung von selbst ergibt, kann von vorstehenden Konventionen abgewichen sein.

Änderungsfortschreibung

Auflistung der Änderungen zwischen den Versionen dieses Handbuches:

Geänderte Kapitel / Seiten	Ausgabestand	Änderungsgrund
–	1.0	Erstausgabe Dok.-Nr.: C53000-B1174-C167-1 8.7.2004
Kap. 7	1.1	Überarbeitung und Hinzufügen von Kapitel 7 Dok.-Nr: C53000-G1100-C167-2
Kap. 5	1.2	Korrekturen Kapitel 5, Conformance Statement Dok.-Nr: C53000-G1100-C167-3
Kap. 5 Kap. 7	1.3	Korrekturen Kapitel 5.2, Conformance Statement und Kapitel 7.1, Zeitsyn- chronisation Dok.-Nr: C53000-G1100-C167-4
Kap. 2 Kap. 3 Kap. 7	1.4	Erweiterungen für die optische Schnittstelle Dok.-Nr: C53000-G1100-C167-5
Kap. 3 Kap. 4 Kap. 7.2 Kap. 7.3 Kap. 9 Kap. 11 Kap. 12	1.5	Korrekturen bzgl. RSTP-Parametereinstellungen Erweiterung um Projektierungshinweise Hinweise zu Schaltbefehlen überarbeitet. Beschreibung von RSTP erweitert FEC-Seite hinzugefügt incl. Informationswertbeschreibung Checkliste neu erstellt Technischen Anhang neu erstellt Dok.-Nr: C53000-G1100-C167-7
Kap. 3 Kap. 4 Kap. 11	1.6	Korrekturen an den Einstellwerten der Switches. Dok.-Nr: C53000-G1100-C167-7
Kap. 3.4.2 Kap. 4 Kap. 5.2.1 Kap. 6.2 Kap. 6.3 Kap. 6.4 Kap. 7.1 Kap. 7.1.3 Kap. 7.3 Kap. 7.4.4 Kap. 9 Kap. 11 Kap. 12	1.7	Vorkonfigurierter Report-Steuerblock Korrekturen an Textteilen Zeitgenauigkeit/-auflösung von Time-Sync Definition Messwertschwelle Speicherverwaltung Neues Kapitel: Kommunikation mit dem IEC 61850 Client Erweiterungen Uhrzeitsynchronisation (redundanter Zeitserver) Neues Kapitel: Funktionsweise des redundanten Uhrzeitserver Erweiterungen Modulinformationsanzeige / Informationsseite Neu: Anzeige RSTP-Informationen anhand der Bridge-MIB Update Modul-Homepage Diverse Screenshots ausgetauscht / Textergänzungen kleinere Textänderungen Neues Kapitel: Systemversionen vs. Funktionalität Dok.-Nr: C53000-G1100-C167-8

Geänderte Kapitel / Seiten	Ausgabestand	Änderungsgrund
Kap. 2.1 Kap. 3 Kap. 4 Kap. 7 Kap. 9 Kap. 11	1.8	Erweiterung der Modulhomepage Erweiterung der IP-Adressbeschreibung Erweiterung RSTP Beschreibung des neuen Moduls Dok.-Nr: C53000-G1100-C167-9
Kap. 4 Kap. 9 Glossar	1.9	Erweiterung PRP Dok.-Nr: C53000-G1100-C167-10
Kap. 3 Kap. 4 Kap. 6 Kap. 7 Kap. 9 Glossar	1.10	Beschreibung der neuen Module EN100-E+ und EN100-O+ (Die alten Module EN100-E und EN100-O werden nicht mehr beschrieben) Erweiterung HSR Beschreibung IEC 61850, Edition 2 Neues Kapitel 7.3: GOOSE-Stop Dok.-Nr: C53000-G1100-C167-11

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	i
Änderungsfortschreibung	v
1 Einführung	1-1
1.1 Entstehung des Protokolls.....	1-2
1.2 Einsatz in SIPROTEC 4-Geräten	1-3
2 Aufbau der Ethernet-Module	2-1
2.1 Konstruktiver Aufbau	2-2
2.1.1 Anschlussgestaltung	2-4
3 Inbetriebnahme im Gerät	3-1
3.1 Erste Schritte	3-2
3.2 Parametereinstellungen in DIGSI	3-7
3.3 Einstellung einer IEC 61850 Station in DIGSI	3-13
3.4 Systemkonfigurator.....	3-15
3.4.1 Netzwerkeinstellungen	3-15
3.4.2 Verknüpfungen/Verschaltungen	3-17
3.4.3 Abschluss der Konfiguration.....	3-18
4 Integration in Netzwerke	4-1
4.1 Netzwerkparameter	4-2
4.1.1 Anzeige der Netzwerkparameter	4-3
4.2 Netzwerkstrukturen.....	4-4
4.3 Zeitsynchronisation.....	4-7
4.4 Einsatz von externen Switches.....	4-8
4.4.1 Eigenschaften von Switches.....	4-8
4.4.2 Einstellungen von Switches	4-8

4.5	Redundanzeinstellungen	4-12
4.5.1	Funktionsprinzip.....	4-12
4.5.2	Besondere Einstellungen.....	4-12
4.6	Geräteinterne Switches	4-13
4.6.1	Vereinfachtes Funktionsprinzip.....	4-13
4.6.2	Steuerung des Ringnetzwerkes.....	4-15
4.7	Projektierungshinweise.....	4-16
5	IEC 61850 Konformitätserklärungen	5-1
5.1	Festlegungen des ISO/OSI-Referenzmodells.....	5-2
5.2	Festlegung der Kommunikationsdienste gem. Norm (PICS).....	5-3
5.2.1	Profil-Übereinstimmung	5-3
5.2.2	MMS-Konformität.....	5-5
5.3	Protocol Implementation Extra Information for Testing (PIXIT)	5-12
5.4	Model Implementation Conformance Statement (MICS).....	5-13
6	Parametrierung	6-1
6.1	Ausgangspunkte der Parametrierung.....	6-2
6.2	Parametrierung mittels DIGSI.....	6-4
6.3	Parametrierung im Systemkonfigurator	6-6
6.4	Kommunikation mit dem IEC 61850 Client.....	6-7
6.4.1	Übersicht.....	6-7
6.4.2	Statische Parametrierung des IEC 61850 Buffered Report-Modells	6-9
6.4.2.1	SCL Report Control	6-9
6.4.2.2	SCD-Parametrierung	6-9
6.4.3	Dynamische Parametrierung des IEC 61850 Buffered Report-Modells	6-10
6.4.3.1	Dynamische Reservierung eines nicht zugeordneten Report Control Blocks	6-10
6.4.3.2	Dynamische Parametrierung	6-10
6.4.4	IEC 61850-Puffermechanismus.....	6-10
6.4.4.1	Statusübergänge des gepufferten Report Control Blocks	6-10
6.4.4.2	Unterschiede zwischen dem ungepufferten und gepufferten Report-Modell in der IEC 61850.....	6-11
6.4.5	Speicherverwaltung	6-11
6.4.6	Timing-Strategie - Ablaufsteuerung.....	6-12
6.4.7	Eliminieren der Einträge	6-12
7	Zusatzinformationen.....	7-1
7.1	Zeitsynchronisation.....	7-2
7.1.1	Zeitsynchronisation Ethernet NTP	7-3
7.1.2	Interne Zeitsynchronisation.....	7-4
7.1.3	Funktionsweise des redundanten Uhrzeitervers.....	7-6

7.2	Schaltbefehle.....	7-8
7.3	GOOSE-Stop.....	7-9
7.4	Modulinformationsseite.....	7-10
7.5	SNMP-Informationen.....	7-14
7.5.1	Anzeigen der Informationen zum Link und RSTP	7-15
7.5.2	Anzeigen von GOOSE-Information	7-16
7.5.3	Anzeigen von RSTP-Parametern	7-17
7.5.4	Anzeige von Informationen zu RSTP anhand der Bridge-MIB	7-18
7.6	Firmware-Update in SIPROTEC 4-Geräten und Ethernet-Switches	7-21
8	Hinweise zur Fehlersuche.....	8-1
9	Diagnosefunktionen	9-1
10	Technische Daten	10-1
11	Checkliste zur Inbetriebnahme.....	11-1
11.1	Vorarbeiten.....	11-2
11.2	Einstellungen an den externen Switches.....	11-4
11.2.1	Einstellen der Portparameter.....	11-5
11.2.2	RSTP-Parameter einstellen.....	11-7
11.3	Einstellungen der internen Switches	11-10
11.4	Weitergehende Kontrollen	11-11
12	Anhang	12-1
12.1	Funktion von RSTP	12-2
12.1.1	Grundbegriffe	12-2
12.2	Mathematischer Hintergrund von RSTP	12-7
12.3	Systemversionen vs. Funktionalität.....	12-9
	Glossar	13-1
	Index	14-1

Einführung

1

Dieses Kapitel liefert eine Einführung in das EN100-Modul und das darin realisierte Protokoll IEC 61850, seine Ausgangspunkte und Anwendungen im Rahmen von SIPROTEC 4.

1.1	Entstehung des Protokolls	1-2
1.2	Einsatz in SIPROTEC 4-Geräten	1-3

1.1 Entstehung des Protokolls

Geschichtlicher Hintergrund

Der Einsatz von Schutzeinrichtungen in elektrotechnischen Anlagen entwickelte sich parallel mit der Entwicklung der Elektrotechnik. Diese Schutzeinrichtungen waren elektromechanisch und später elektronisch aufgebaut.

Parallel zu dieser Entwicklung fanden umfangreiche Entwicklungen der Fernwirktechnik statt. Die Aufgabe dieses Bereiches war die Steuerung von elektrotechnischen Anlagen über große Entfernungen. Dabei fand gleichfalls eine Entwicklung von Fernwirkprotokollen statt. Diese Protokolle waren und sind heute noch z.T. sehr speziell in ihrer Anwendung, dem Informationsumfang und -handling.

Mit dem Beginn der Entwicklung von digitalen Schutzgeräten vor über 20 Jahren stieg neben der Komplexität der Schutzalgorithmen auch das Datenvolumen der Geräte immens. Mit diesen Daten ist einerseits ein wesentlich verbessertes und optimales Netz-Management möglich, andererseits ist auch die Störprotokollbereitstellung in einer sehr guten Qualität möglich, die eine umfassende Störaufklärung auch komplizierter Störfälle ermöglicht.

Auch die Stations- und Netzleittechnik entwickelte sich rasant unter Nutzung der Digitaltechnik weiter. Damit wurde es möglich im Feld, d.h. in der elektrotechnischen Anlage entstehende Datenmengen zu erfassen, entsprechend zu visualisieren und für weitere Aufgaben nutzbar zu machen. Die Verarbeitung solcher Netzdaten erfolgt heute i.d.R. bzw. in großem Umfang auf Personal Computern.

Problematisch bei allen diesen Entwicklungen blieb aber, dass die Übertragungsprotokolle vielfältig und z.T. auch regional begrenzt sind. Zudem ist die Überführung eines Protokolls in ein anderes nicht immer verlustfrei möglich, da auch Informationsumfang und -handling in den verschiedenen Protokollen verschieden sind.

Im Hinblick auf eine zunehmende Konzentration der Steuerung von Elektroenergieanlagen auch über Ländergrenzen hinweg wird diese Protokollvielfalt zu einem großen Hemmnis und vor allem Kostenfaktor. Aus diesem Grunde gibt es eine Reihe von internationalen Normungsbestrebungen.

Ausgangspunkt dieser Bestrebungen war die Nutzung von ethernetbasierten Protokollen und Verfahren, wie sie im Bereich der Bürokommunikation und der PC-Vernetzung bekannt sind. Grund dieser Fokussierung war die weite Verbreitung von Ethernet in der Büroautomatisierung und damit verbunden eine kostengünstige Produktpalette solcher Betriebsmittel.

Aus all diesen Entwicklungen und Erkenntnissen entstand das Protokoll IEC 61850¹ mit dem Anspruch, ein auf einem internationalen Standard basierendes Protokoll zu sein und damit auch ländergrenzenüberschreitend Daten von elektrotechnischen Anlagen übertragen zu können. Wesentlich dabei ist die Definition der Daten in Form von Objekten, die uneindeutig bezeichnet und auch in ihrem Verhalten festgelegt sind. Damit wird eine Interoperabilität auch zwischen Geräten unterschiedlicher Hersteller sichergestellt.

1. Vor diesem Protokoll fand die Entwicklung von UCA statt. Allerdings ist dieses auch ethernetbasierte Protokoll im Wesentlichen auf den amerikanischen Kontinent begrenzt.

1.2 Einsatz in SIPROTEC 4-Geräten

EN100-Module sind in allen SIPROTEC 4-Geräten einsetzbar

Das Protokoll IEC 61850 ist auf einem Ethernet-Modul EN100 realisiert. Für SIPROTEC 4 Geräte gibt es auch andere Protokolle¹ und Module. Das Ethernet-Modul ist auf Port B (System-Schnittstelle) des Gerätes montiert.

Die Module sind mit 2 RJ45-Anschlüssen oder 2 Duplex-LC Schnittstellen zum Anschluss an einen Lichtwellenleiter erhältlich.

Die physikalische Schnittstelle ist in jedem Falle doppelt vorhanden, so dass sich damit redundante Strukturen aufbauen lassen.

Die optische Ausführung des Moduls schließt den Funktionsumfang des Moduls mit elektrischer Schnittstelle ein, d.h. es kann analog eingesetzt werden, wenn am ankoppelnden Switch eine optische Schnittstelle vorhanden ist. Zusätzlich dazu ist auf diesen Modulen eine Switch-Funktionalität integriert, die es gestattet, redundante optische Ringstrukturen ohne externe Switches² aufzubauen. Bei dieser Betriebsart sind beide Schnittstellen aktiv.

Die Module selbst sind als Protokoll IEC 61850 in das Parametriersystem DIGSI integriert, so dass dort die notwendigen Einstellungen erfolgen können.

Für die Integration der SIPROTEC 4-Geräte in ein Netzwerk ist eine Parametrierung, die das gesamte Netzwerk umfasst, durchzuführen. Diese Parametrierung wird durch einen in DIGSI integrierten Systemkonfigurator sichergestellt.

-
1. Für die SIPROTEC 4-Geräte sind die Protokolle IEC 60870-5-103, PROFIBUS FMS, PROFIBUS DP, MODBUS und DNP3.0 erhältlich.
 2. Zum Ein- und Auskoppeln von Informationen zum Leitsystem etc. ohne eine integrierte Switch-Funktion ist ein externer Switch erforderlich.

Aufbau der Ethernet-Module

2

Dieses Kapitel beschreibt die konstruktive Gestaltung der EN100-Module. Darin eingeschlossen ist auch die konstruktive Gestaltung der Schnittstellen.

2.1	Konstruktiver Aufbau	2-2
-----	----------------------	-----

2.1 Konstruktiver Aufbau

Modul mit RJ45-Schnittstellen in Einbauausführung

Der konstruktive Aufbau des EN100-Moduls mit elektrischen Schnittstellen ist in Bild 2-1 zu sehen. Dieses Modul ist auf dem Steckplatz (Port B) der System-Schnittstelle der Geräte-CPU montiert und ist im eingebauten Zustand mit der Geräterückwand verschraubt. Die beiden Ethernet-Anschlüsse sind von der Rückseite des Gerätes zugänglich und werden dort mit dem Netzwerk über RJ45-Stecker verbunden.



Bild 2-1 Ethernet-Modul EN100-E+ mit RJ45-Schnittstellen in Einbauausführung

Modul mit elektrischen Schnittstellen für das Aufbaugehäuse

Das Modul für Aufbaugehäuse wird über den in Bild 2-2 abgebildeten Pultaufsatz an das IEC 61850-Netzwerk angeschlossen. Die Ethernet-Kabel werden an den RJ45-Schnittstellen des Pultaufsatzes angeschlossen. Der Anschluss entspricht dem Modul mit elektrischer Schnittstelle in Einbauausführung.



Hinweis

Das Nachrüsten von Aufbaugeräten mit Ethernetfunktion muss durch die Siemens AG erfolgen.

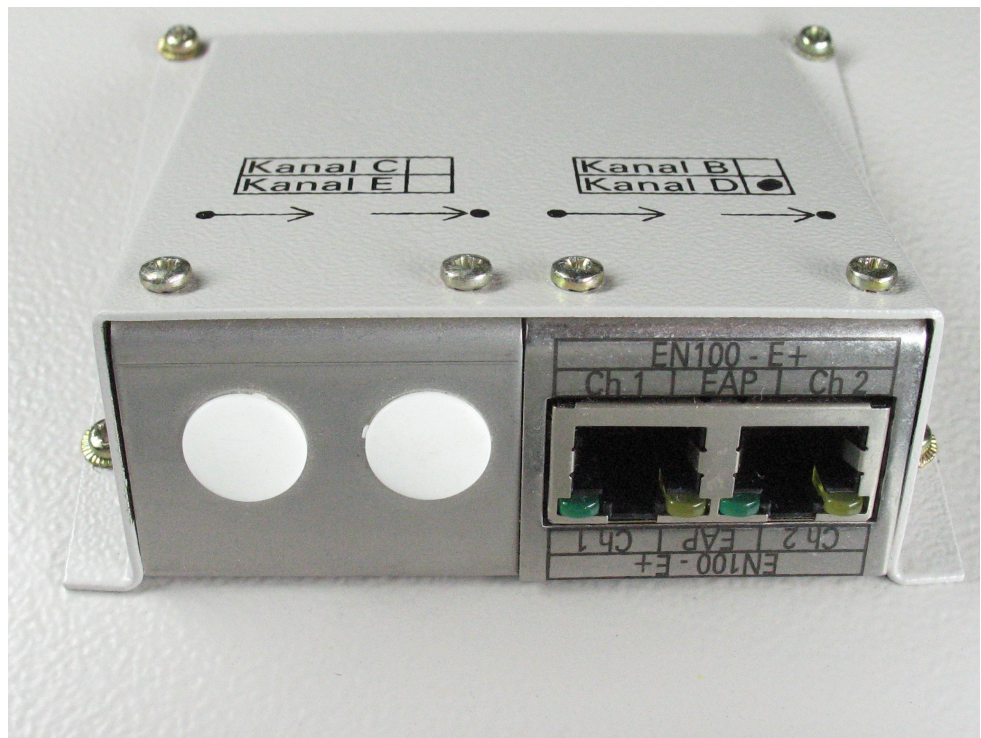


Bild 2-2 Ethernet-Modul EN100-E+ mit elektrischen Schnittstellen im Pultaufsatz für Aufbauehäuse

Modul mit optischen Schnittstellen

Der Aufbau des Moduls mit 2 optischen Schnittstellen ist in Bild 2-3 dargestellt. Mit den beiden optischen Schnittstellen kann das Modul wie ein elektrisches Modul eingesetzt werden. Außerdem ist der Aufbau von Ringstrukturen möglich. Eine Anzeige empfangener Telegramme erfolgt auf dem Modul nicht. Hierfür ist im Gerät eine entsprechende Anzeige vorhanden.

Dieses Modul ist nicht für Geräte im Aufbauehäuse verfügbar.

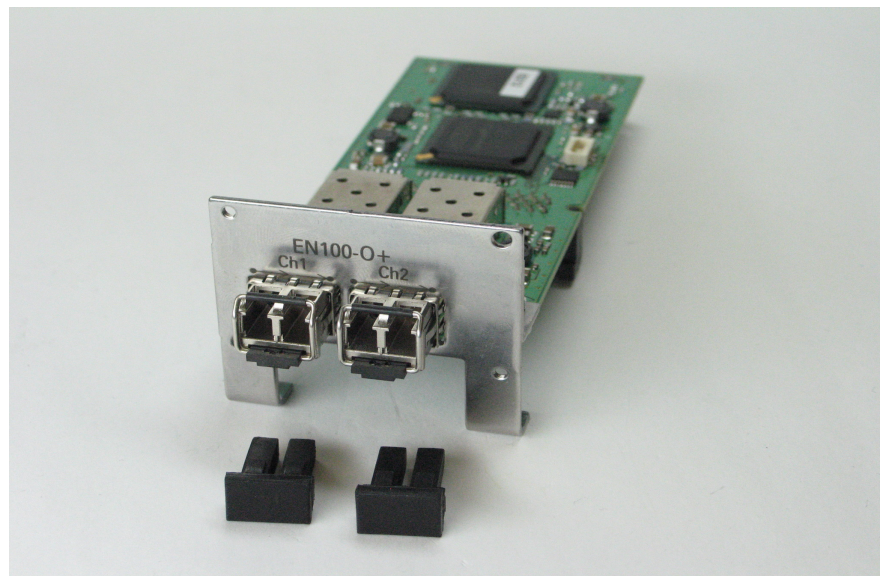


Bild 2-3 Ethernet-Modul EN100-O+ mit Duplex-LC-Schnittstellen

Komponenten aller Module

Mit dem Einbau des Moduls stehen die entsprechenden Schnittstellen zur Verfügung. Neben der eigentlichen Modulhardware sind für den Betrieb noch weitere Voraussetzungen notwendig. Diese Voraussetzungen sind:

- Eine Geräte-Firmware ab Version V4.60.
Die Geräte-Firmware ist im Lieferzustand im Gerät enthalten und stellt die Zusammenarbeit mit dem EN100-Modul sicher. Geräte mit einem älteren Firmware-Stand können hochgerüstet werden, um die Funktionalität des EN100-Moduls auch bereits vorhandenen Geräten zugänglich zu machen.
- Eine Modul-Firmware.
Die Modul-Firmware ist im Lieferzustand des Gerätes auf dem Modul vorhanden und realisiert die Funktion von IEC 61850 incl. der Interfacesteuerung. Die Modulsoftware selbst ist ebenfalls updatefähig. Dies geschieht mit dem Firmwareupdate-Programm. Für die korrekte Funktion ist eine Modul-Firmware ab Version 4.03 (bei Bedarf 3.09) erforderlich.
- Parametriersoftware DIGSI ab Version V4.60.
In dieser Software ist sowohl die Einstellung des Moduls als auch die Parametrierung der IEC 61850-Netzwerkteilnehmer mit dem Systemkonfigurator integriert. Andere Netzwerkkomponente wie Switches werden nicht mit DIGSI/Systemkonfigurator eingestellt.

Weitere Komponenten sind für den Betrieb des Moduls nicht erforderlich.



Hinweis

Wenn Sie die EN100-Firmware-Version ab 4.20 mit einem alten Modul EN100-O (mit ST-Steckern verwenden) dürfen Sie PRP und HSR nicht parametrieren (siehe auch Kapitel 4.2).

2.1.1 Anschlussgestaltung

Anschlussbild elektrische Schnittstelle Einbauvariante

Das Modul ist an seiner Frontseite, d.h. an der Geräterückseite an den beiden RJ45-Buchsen nach IEEE 802.3 zum Anschluss gemäß 100Base-T zu erkennen. Bild 2-4 zeigt die Ansicht des eingebauten Moduls mit Blick auf die Rückseite des Gerätes.

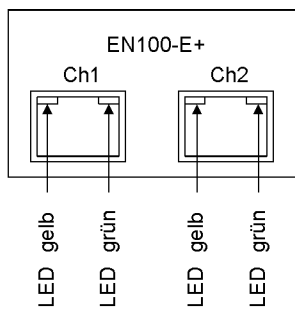


Bild 2-4 Ansicht Ethernet-Modul EN100-E+ mit RJ45-Schnittstellen

Funktion der LEDs

In die beiden Kanäle Ch1 und Ch2 sind in der Buchse je eine gelbe und grüne LED integriert, die den Zustand des Kanals anzeigen. Die gelbe LED signalisiert den Link-Status. Wenn die gelbe LED leuchtet, besteht eine Verbindung auf Link-Niveau. Die grüne LED signalisiert die Datenkommunikation. Wenn die grüne LED blinkt, werden Daten gesendet oder empfangen.

Anschlussbild elektrische Schnittstelle Aufbauvariante

Das Anschlussbild im Pultaufsatz des Aufbaugeschäfts unterscheidet sich vom dem des Moduls in Einbauausführung nicht. Es entspricht dem in Bild 2-4 dargestellten Schema. Auch die Anzeige der LEDs ist adäquat Bild 2-4.

Anschlussbild optische Schnittstelle Einbauvariante

Das Modul mit optischer Schnittstelle hat den in Bild 2-5 gezeigten Schnittstellenaufbau. Die Schnittstelle ist gemäß IEEE 802.3, 100Base-FX ausgeführt. Dabei stehen 2 Kanäle zur Verfügung, die je einen Sender und Empfänger beinhalten. Die Schnittstelle ist in Duplex-LC ausgeführt. LEDs zur Anzeige sind nicht vorhanden. Entsprechende Anzeigen befinden sich auf dem Gerätedisplay und auf der Modul-Hompage.

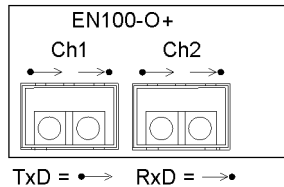


Bild 2-5 Ansicht Ethernet-Modul EN100-O+ mit Duplex-LC-Anschluss

Inbetriebnahme im Gerät

Dieses Kapitel beschreibt die Inbetriebnahme des EN100-Moduls

3.1	Erste Schritte	3-2
3.2	Parametereinstellungen in DIGSI	3-7
3.3	Einstellung einer IEC 61850 Station in DIGSI	3-15
3.4	Systemkonfigurator	3-17

3.1 Erste Schritte

Bei einem Bestellvorgang bekommen Sie das SIPROTEC 4-Gerät mit dem Ethernet-Modul und der passenden Firmware geliefert. Sollen jedoch Geräte nachträglich mit dem EN100-Modul ausgerüstet werden, so ist beim Einbau folgender Ablauf zu beachten:

Softwareseitige Vorbereitungen

1. Das Modul arbeitet direkt mit dem Gerät zusammen. Es ist notwendig, dass vor dem Einbau eines Moduls die Geräte-Firmware auf den entsprechenden Stand gebracht worden ist. Andernfalls kann es nach dem Einbau des Moduls zu einem Zustand kommen, in dem das Gerät nicht mehr bedienbar ist. Dann ist der Ausbau des Moduls mit nachfolgendem Update notwendig.

Auspacken des Moduls

2. Das Modul wird in einer Verpackung geliefert, aus der es entnommen wird. Dabei sind die entsprechenden Vorschriften des Umgangs mit elektronischen Baugruppen zu beachten.

Dgl. muss die Geräte-Firmware einer Version ab 4.60 entsprechen, da ansonsten in Zusammenhang mit dem Modul ein Fehlverhalten nicht ausgeschlossen werden kann. Auch in diesem Falle ist das Modul wieder auszubauen, die neue Firmware einzuspielen und das Modul wieder einzubauen.



Hinweis

Bei den softwareseitigen Vorbereitungen ist es wesentlich, dass **vor dem Einbau des Moduls** die Firmware des Gerätes auf einen Stand aktualisiert wurde, der die Bedienung und Parametrierung des Moduls unterstützt (Version 4.60 oder höher).

Einbau eines Moduls

Bevor mit dem Einbau begonnen wird, ist unbedingt das Gerät von der Versorgungsspannung zu trennen. Andernfalls gefährden sie sich selbst und auch die Gerätefunktion, z.B. das Anzeigedisplay.

Bei Handlungen im Gerät ist unbedingt entsprechendes ESP-Ausrüstung zu verwenden. Nachfolgend die Handlungsanweisung zum Einbau eines Moduls für den Fall der Nachrüstung. Eine ausführliche Anleitung zum Einbau von Kommunikationsmodulen bei SIPROTEC 4-Geräten steht im INTERNET unter www.siprotec.de → *Geräte* → *Allgemeine Informationen*.

Einbaugehäuse

Das Ethernet-Modul mit elektrischer Schnittstelle wird in 2 Bauformen hergestellt: Für den Einsatz im Einbaugehäuse und für den Einsatz im Aufbaugehäuse. Das Modul mit optischer Schnittstelle wird nur für den Einsatz im Einbaugehäuse gefertigt. Bzgl. des Einbaus entspricht das Modul mit optischer Schnittstelle dem mit elektrischer Schnittstelle in Einbauausführung.

1. Am Gerät ist zunächst die Frontabdeckung zu öffnen. Dazu sind die vier bzw. bei 1/1 Gehäusen sechs hinter Abdeckungen in den Ecken der Frontabdeckung verborgenen Schrauben zu lösen. Diese Schrauben sind nichtverlierbar. Das Abziehen der Frontabdeckung hat mit Vorsicht zu erfolgen, da diese über ein Busbandkabel mit der Zentraleinheit im Gerät verbunden ist. Dieses Kabel ist zu lösen. Achtung: Vor dem Abziehen des Kabels sind die Sperrklinken zur Seite zu drücken. Dadurch wird das Kabel bereits aus dem Steckverbinder gedrückt und es wird Beschädigungen vorgebeugt.

2. Im nächsten Schritt ist auch das 2. Flachbandkabel von der Zentraleinheit unter Beachtung der o.g. Hinweise zu lösen.
3. Bevor im nächsten Schritt die Zentraleinheit aus dem Gerät entnommen werden kann, sind noch weitere ggf. an der Rückseite des Gerätes vorhandene Befestigungsschrauben von schon eingebauten Fremdprotokollmodulen zu lösen, da es ansonsten zu Beschädigungen kommen kann. Bei den Geräten 6MD66, 7SD52 und 7SA522 ist die Schnittstelle (D-Sub-Buchse) für die Zeitsynchronisation gleichfalls mit der Rückwand verschraubt und muss gelöst werden.
4. Jetzt kann das Modul auf dem vorgesehenen Steckplatz eingesetzt werden. Anschließend wird es mit 2 Schrauben an der Zentraleinheit befestigt.
5. Der Zusammenbau des Gerätes erfolgt in der umgekehrten Reihenfolge wie oben beschrieben. Achtung: Auch die beiden Flachbandkabel sind entsprechend wieder anzustecken!
6. Als letzter Schritt wird das Modul an der Rückseite des Gerätes mit 2 Schrauben befestigt. Ggf. weitere Befestigungsschrauben für Module auf anderen Steckplätzen oder die Schnittstelle des Zeitsynchroneinganges sind ebenfalls wieder einzubauen.

Damit ist der Einbau des Moduls beendet und das Gerät befindet sich im Lieferzustand mit Ethernet-Modul.

Aufbaugehäuse

Der Einbau eines entsprechenden Moduls in ein Aufbaugehäuse ist wesentlich schwieriger und sollte nicht durch den Kunden bzw. Service erfolgen. Für diesen Fall ist ein Umbau im Werk zu empfehlen.

Modul mit optischer Schnittstelle

Der Einbau eines Moduls mit optischer Schnittstelle unterscheidet sich nicht vom Einbau eines Moduls mit elektrischer Schnittstelle (**Achtung, Module mit optischer Schnittstelle sind nicht für das Aufbaugehäuse verfügbar!**).

Protokollsoftware laden (61850)

Wird ein Modul ohne Modul-Firmware¹ im Gerät eingebaut, so muss dieses mit entsprechender Firmware geladen werden. Dazu ist das im Internet unter <http://siemens.siprotec.de> die Modul-Firmware zu beziehen. Das Laden erfolgt analog zum Updateprozess der Geräte-Firmware über die Frontschnittstelle.

Die Protokollsoftware ist ab Version 3.0 für alle Modulbauformen gleich, d.h. es besteht auch kein Unterschied zwischen Modulen mit elektrischer und optischer Schnittstelle.

Ab der Modul-Firmware-Version 4.08 (ab Juli 2011) müssen Sie ein Firmware-Update über die Ethernet-Schnittstelle durchführen.

Einstellungen am Gerät

Ein SIPROTEC 4-Gerät wird mit einem Parametersatz ausgeliefert, d.h. es ist standardmäßig die serielle Frontschnittstelle aktiv. Das Ethernet-Modul ist mit einer MAC-Adresse versehen, aber es ist keine Netzwerkeinstellung vorgenommen worden mit der Ausnahme, dass das Modul DHCP-fähig ist.

Wird ein Gerät in diesem Zustand in ein Netzwerk mit DHCP-Server² integriert, d.h. eine Schnittstelle wird mit dem Netzwerk verbunden, so ist es automatisch über die Ethernet-Schnittstelle ansprechbar. Darüber ist auch ein (Um-)parametrieren des

1. Module werden i.d.R. mit geladener Protokoll-Software geliefert, so dass dieser Fall nicht auftritt. Nur bei einem Update wird neu geladen.
2. Ein DHCP-Server stellt automatisch IP-Adressen zur Verfügung. In diesem Falle ist keine explizite Einstellung notwendig und das Gerät ist erreichbar.

Gerätes mittels DIGSI möglich, wobei mit Ausnahme der Initialisierung die gesamte DIGSI-Funktionalität unterstützt wird. Die Initialisierung muss über die Frontschnittstelle erfolgen.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass in einem Stationsnetzwerk i.d.R. kein solcher DHCP-Server integriert ist und damit die Einstellung der Netzwerkparameter über DIGSI erfolgen muss. Dazu siehe Kapitel 3.2.

Sind die Netzwerkparameter mit DIGSI für das Gerät eingestellt worden, so muss es einmal über die Frontschnittstelle initialisiert werden, da ansonsten keinerlei Zugriffe auf das Gerät über Ethernet erfolgen können!



Hinweis

Ist das Gerät parametrierbar, so werden automatisch die eingestellten Parameter des Parametersatzes verwendet. Das betrifft auch die der Ethernet-Schnittstelle! Im Falle einer fehlerhaften Parametrierung in diesem Bereich kann die Funktionsfähigkeit der Ethernet-Schnittstelle gestört werden. Dann ist ein Zugriff nur noch über die Frontschnittstelle gegeben!

Ist das Gerät parametrierbar und befindet sich im Prozessbetrieb am Netzwerk, so sind die am Display zugänglichen IP-Einstellungen dort nicht veränderbar. Eine notwendige Änderung bedingt in jedem Falle die Nutzung von DIGSI.

Verbindung direkt mit DIGSI (elektrische Schnittstelle)

Das Gerät kann direkt über die rückwärtige Ethernet-Schnittstelle mit einem Personal Computer verbunden werden, auf dem DIGSI installiert ist. Das Modul EN100-E+ verfügt über Autocrossover-Funktionalität. Für die Verbindung mit einem PC ist kein Crossover-Kabel erforderlich. Damit ist ein direkter Kontakt mit dem PC möglich, ohne dass ein Switch oder Hub dazwischengeschaltet werden muss.

Verbindung direkt mit DIGSI (optische Schnittstelle)

DIGSI kann auch direkt über die optische Schnittstelle angeschlossen werden. Um einen solchen Anschluss herzustellen, ist ein handelsüblicher Umsetzer auf die elektrische Schnittstelle erforderlich, da i.d.R. an PCs keine optischen Schnittstellen direkt verfügbar sind.

Die optische Schnittstelle kennt die Betriebsart Linie, die der des elektrischen Moduls entspricht. Hier sind keine weiteren Einstellungen notwendig.

In der Betriebsart Switch ist der Aufbau von Ringstrukturen möglich. Dabei ist immer eine Redundanz vorhanden. Es sind die beiden Arten OSM¹ und RSTP² einstellbar. Die Betriebsart OSM ist proprietär und nur in Verbindung mit Siemens OSM-Switches möglich.

Ist die Verbindung hergestellt und das Gerät angelaufen, so kann auf dem Display die Sende- und Empfangsleistung bei korrekter Verbindung abgelesen werden. Nähere Informationen siehe Kapitel 7.4.

Verbindung mit dem Netzwerk

Die Verbindung mit dem Netzwerk ist durch das bestehende Netzwerk vorgegeben. Es ist zu unterscheiden zwischen reinen elektrischen Netzwerken und Netzwerken, die mit optischen Komponenten ausgeführt sind.

-
1. OSM, **O**ptical **S**witch **M**odule. Dieses Verfahren ist ein proprietäres Verfahren der Siemens AG
 2. RSTP **R**apid **S**panning **T**ree **P**rotocol, IEEE 802.1w ist ein internationaler Standard und wird weltweit verwendet.

Netzwerk mit elektrischen Komponenten

Ein solches Netzwerk besteht i.d.R. aus Switches und den Geräten mit einer elektrischen Ethernet-Schnittstelle. Die Switches bilden dabei die eigentlichen Sternpunkte, an denen die einzelnen Geräte angeschlossen sind.

Bei der Kopplung von Switch und PC kann es bei der Verwendung von Crossover-Kabeln¹ zu Kommunikationsproblemen kommen. Der Anschluss der Schutzgeräte an den Switch oder an den PC ist mit Crossover-Kabel zulässig.

Das Ethernet-Modul realisiert, wie in Bild 2-1 gezeigt, 2 Anschlüsse. Die Verbindung ist entsprechend der Netztopologie des Projektes herzustellen, d.h. zu einem Switch oder im Falle von Redundanz auch mehreren Switches. Sind mehrere Switches in der Netzstruktur enthalten, sind diese i.d.R. auch untereinander verbunden.

Auswahl aktiver Kanal

Das EN100-Modul versucht nach dem Einschalten des Gerätes auf einem Kanal eine Verbindung herzustellen. Welcher Kanal mit einem Switch bzw. PC verbunden ist, ist nebensächlich. Es wird abwechselnd, beginnend mit Kanal Ch1, versucht, Verbindung aufzunehmen. Sind beide Kanäle verbunden und die zugehörigen Switches aktiv, so kann der die Verbindung aufnehmende Kanal nicht vorherbestimmt werden. Der ordnungsgemäße Betrieb der Schnittstellen wird im Betriebsmeldepuffer des Gerätes protokolliert und ist auf der Displayanzeige des Gerätes sichtbar.

Wenn Sie das Modul in der Redundanzart RSTP, PRP oder HSR betreiben, sind immer beide Kanäle aktiv.

Besonderheiten optisches Modul

Das Modul mit optischer Schnittstellen gem. Bild 2-5 beherrscht 2 grundsätzliche Betriebsarten. Es kann direkt mit den Ports eines externen Switches verbunden werden und arbeitet dann genauso wie ein Modul mit elektrischer Schnittstelle. Die zweite Betriebsart ist der Switch-Betrieb des Moduls, der den Aufbau von Ringstrukturen gestattet, wobei die Geräteschnittstellen direkt miteinander verbunden werden. In dieser Struktur ist die korrekte Betriebsarteneinstellung mittels DIGSI gem. des Projektes unbedingt erforderlich. Andernfalls kann es zu einer Überlastung des Netzwerkes oder einer Unterbrechung der Ringstruktur kommen. Weiteres siehe Kapitel 7.4

Kabel für die elektrische Schnittstelle

Um die spezifizierte Störfestigkeit des Schutzgerätes zu erfüllen, müssen Sie mindestens Kabel des Typs CAT5 S/FTP verwenden. Dieser Kabeltyp verfügt im Mantel über einen Geflechtschirm. Die Adernpaare sind mit einem Folienschirm versehen.

Siemens empfiehlt eine maximale Kabellänge von 20 m.

Kabel für die optische Schnittstelle

Verwenden Sie Multimode-Lichtwellenleiter (G50/125 µm oder G62,5/125 µm) mit Duplex-LC-Steckern. Die maximale Länge des Multimode-Lichtwellenleiters ist mit 2 km spezifiziert. Die Schnittstelle arbeitet mit Licht der Wellenlänge 1310 nm.

1. Werden Switches mit einer sogen. Auto-Cross Funktion eingesetzt, so können beliebige Kabel eingesetzt werden.

Netzwerke mit optischen Komponenten

Solche Netzwerke beinhalten immer eine Redundanz, ausgenommen den Fall, dass ein Gerät über eine optische Verbindung mit einem Port eines externen Switches verbunden wird. Dieser Fall entspricht dem eines Netzwerkes mit elektrischen Komponenten und wird hier nicht weiter behandelt.

Die Redundanzfähigkeit optischer Netzwerke beruht auf entsprechenden Verfahren, von denen RSTP, PRP, HSR und OSM im EN100-Modul realisiert sind. Der Vorteil des EN100-Moduls mit optischer Schnittstelle besteht darin, dass die Module direkt miteinander verbunden werden können. Nur ein externer Switch ist notwendig, um die Verbindung zur Zentrale herstellen zu können. Verbunden werden Sender mit Empfänger usw. in einem Ring. Zusammen mit dem integrierten Switch der optischen Module können damit redundante Verbindungen aufgebaut werden. In Bild 3-1 ist die Struktur dargestellt.

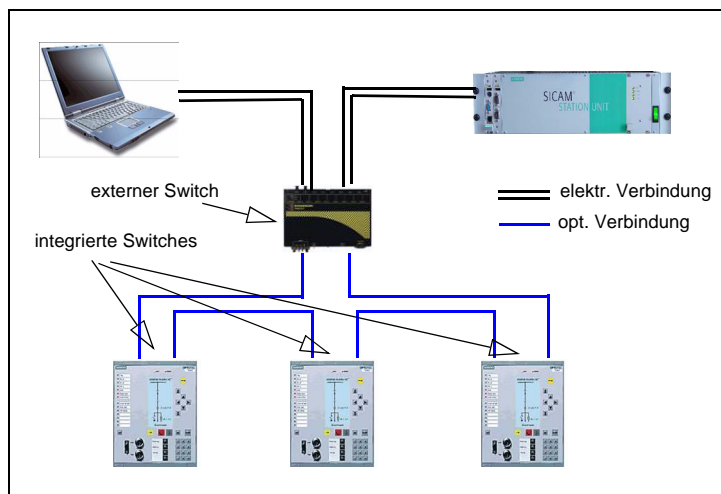


Bild 3-1 Struktur eines optischen Ringes

3.2 Parametereinstellungen in DIGSI

Im vorigen Abschnitt wurde das Vorgehen beim Einbau eines Moduls dargestellt. Mit dem Einbau des Moduls selbst ist eine Verbindung über Ethernet möglich. Die Herstellung des Zusammenhanges mit dem Gerät und auch dem Netzwerk bzw. der Netzwerkapplikationen ist noch notwendig.

DIGSI vorbereiten

Zuerst sollte sich der Parametrierer davon überzeugen, dass im Gerätekatalog seines DIGSI-Parametriersystems das zu parametrierende Gerät in der benötigten Version vorhanden ist. Ist das nicht der Fall, so muss der entsprechende Gerätetreiber beschafft und installiert werden.

Gerät vorbereiten

Im Anlagenmanager von DIGSI werden die Geräte einer Anlage aus dem Gerätekatalog eingefügt und mit DIGSI parametrierbar. Unter anderem ist es notwendig die korrekten Einstellungen für die Schnittstellen vorzunehmen. Damit steht eine Anlagensicht zur Verfügung, in der das Gerät ausgewählt werden kann und über *Gerät* → *Objekteigenschaften* die Einstellmöglichkeiten entsprechend Bild 3-2 erreicht werden. DIGSI ist bei den nachfolgenden Schritten offline, d.h. es besteht keine aktive serielle Verbindung zum Gerät.

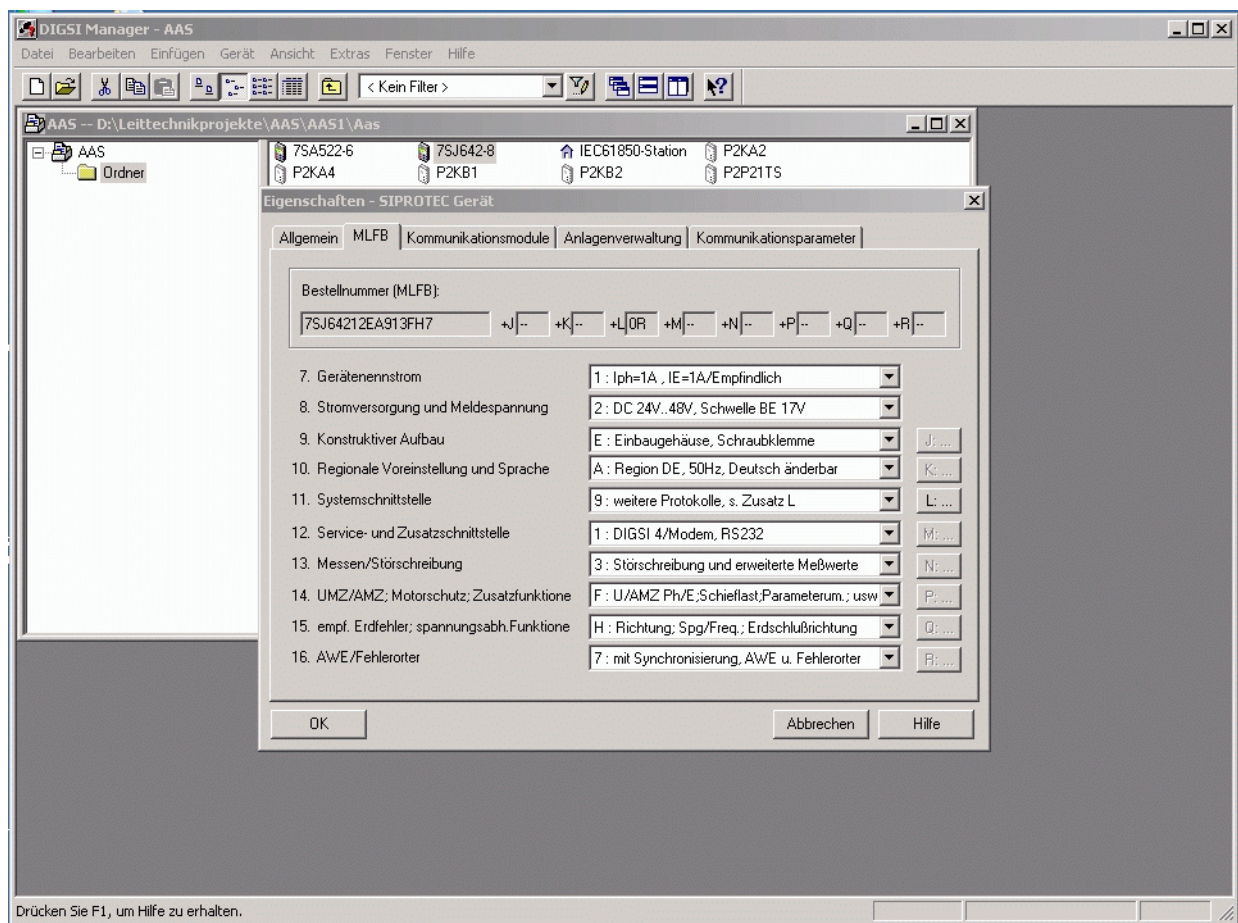


Bild 3-2 Einstellungen gemäß Bestellnummer (MLFB) des Gerätes

Auswahl der System-Schnittstelle

Dort ist im MLFB-Blatt die Einstellung 11, System-Schnittstelle auf *9: weitere Protokolle* zu stellen. Der sich ergebende Dialog ist hier nicht weiter dargestellt: dort ist bei Protokoll IEC 61850 auszuwählen, womit die Schnittstelle im Protokoll IEC 61850 eingestellt ist. Für die elektrische Ethernet-Schnittstelle wird die Auswahl *LOR* getroffen. Für die optische Schnittstelle ist die Auswahl *LOS* erforderlich.

Kommunikationsparameter einstellen

Die Kommunikationsparametereinstellung wird analog der MLFB-Einstellung erreicht und ist in Bild 3-3 gezeigt.

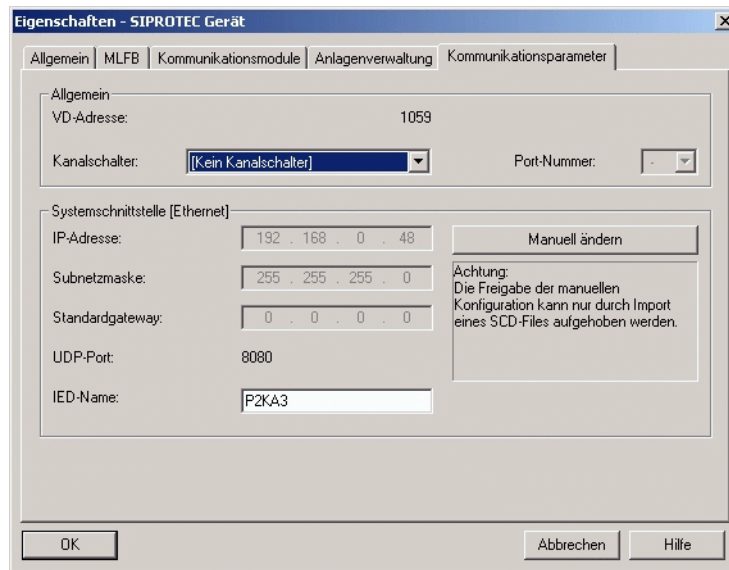


Bild 3-3 Einstellung Kommunikationsparameter

IED-Name

Hier ist zunächst der IED-Name des Gerätes einzustellen. Der Name ist frei wählbar. Die einzige Bedingung ist, dass er nicht mit einer Ziffer beginnen und nicht länger als 13 Zeichen sein darf. Er dient dann bei den Stationseinstellungen im Kapitel 3.3 als Identifikator der einzelnen Geräte im Systemkonfigurator. Die Gerätenamen dürfen nicht doppelt vergeben werden.

Manuell ändern

Unter der Schaltfläche *Manuell ändern* können die Netzwerkeinstellungen von Hand vorgenommen werden. Das ist dann notwendig, wenn die Geräte nicht mit dem Stationskonfigurator eingestellt werden sollen bzw. sie nicht in einem so parametrisierten Stationsnetzwerk eingesetzt werden sollen.

Die unmittelbaren Systemschnittstelleneinstellungen bzgl. der Adressen erfolgen erneut, wenn ein SCD-File erzeugt oder importiert wurde. Diese Adressen wurden dann im Rahmen der Netzwerkparametrierung vergeben und überschreiben Einzelleistellungen.

Auswahl der IEC 61850 Edition

Sie haben in jedem SIPROTEC 4-Gerät die Möglichkeit, zwischen IEC 61850 Edition 1 oder 2 zu wählen. Wählen Sie in der Objekteigenschaft des Gerätes unter den IEC 61850 Einstellungen die Edition aus. Diese Einstellung ist nur möglich, wenn das Gerät keiner Station zugeordnet ist.

Wählen Sie in der Objekteigenschaft der Station unter den IEC 61850 Einstellungen die Edition aus. Die Einstellung gilt für alle Geräte, die der Station zugeordnet sind.



Hinweis

Wenn Sie die Edition eines Gerätes oder einer Station auf Edition 2 umstellen, lässt sich die Einstellung nicht mehr verändern. Siemens empfiehlt, das DIGSI-Projekt vor der Umstellung zu archivieren.



Hinweis

Nur wenn das SIPROTEC-Gerät die gleiche Edition wie die Station hat können Sie ein SIPROTEC-Gerät zu einer Station hinzufügen. Ausnahmen sind die Fremdgeräte wie PAS Client, SNTP Server, usw.

IEC-Zeitsynchronisation einstellen

Nach der Einstellung der Kommunikationsparameter ist das ausgewählte Gerät, wie in Bild 3-2 sichtbar, zu öffnen. Die Einstellung der IEC 61850-Zeitsynchronisation ist in Bild 3-4 gezeigt. Bei Vorhandensein eines Ethernet-Moduls im Gerät wird die Zeitsynchronisation über SNTP angeboten. Diese Auswahl führt zur Zeitsynchronisation über das Ethernet Netzwerk und ist sowohl bei Modulen mit elektrischen als auch optischen Schnittstellen verfügbar. Die Einstellungen für den SNTP-Server selbst erfolgen über den Systemkonfigurator. Sie sind hier nicht zu finden. Ab Modul-Firmware-Version 3.09 werden redundante Zeit-Server unterstützt.

Nach diesen Einstellungen ist das Gerät zu speichern und zu schließen, da andernfalls kein ICD-File erzeugt wird. Dieses File ist die Voraussetzung zur Arbeit im Systemkonfigurator, der sich auf diese Dateien stützt. Die ICD-Files beschreiben die Kommunikationseigenschaften des Gerätes entsprechend IEC 61850.



Hinweis

Das Schließen und Speichern des Gerätes ist immer auszuführen, auch wenn keine Parameter geändert worden sind. Andernfalls wird kein ICD-File erzeugt. Voraussetzung für die weitere Bearbeitung des Gerätes im Systemkonfigurator ist ein ICD-File, das das Gerät in einer normkonformen Datei abbildet.

Stellen Sie das ICD-File konform zu der eingestellten Edition ein.

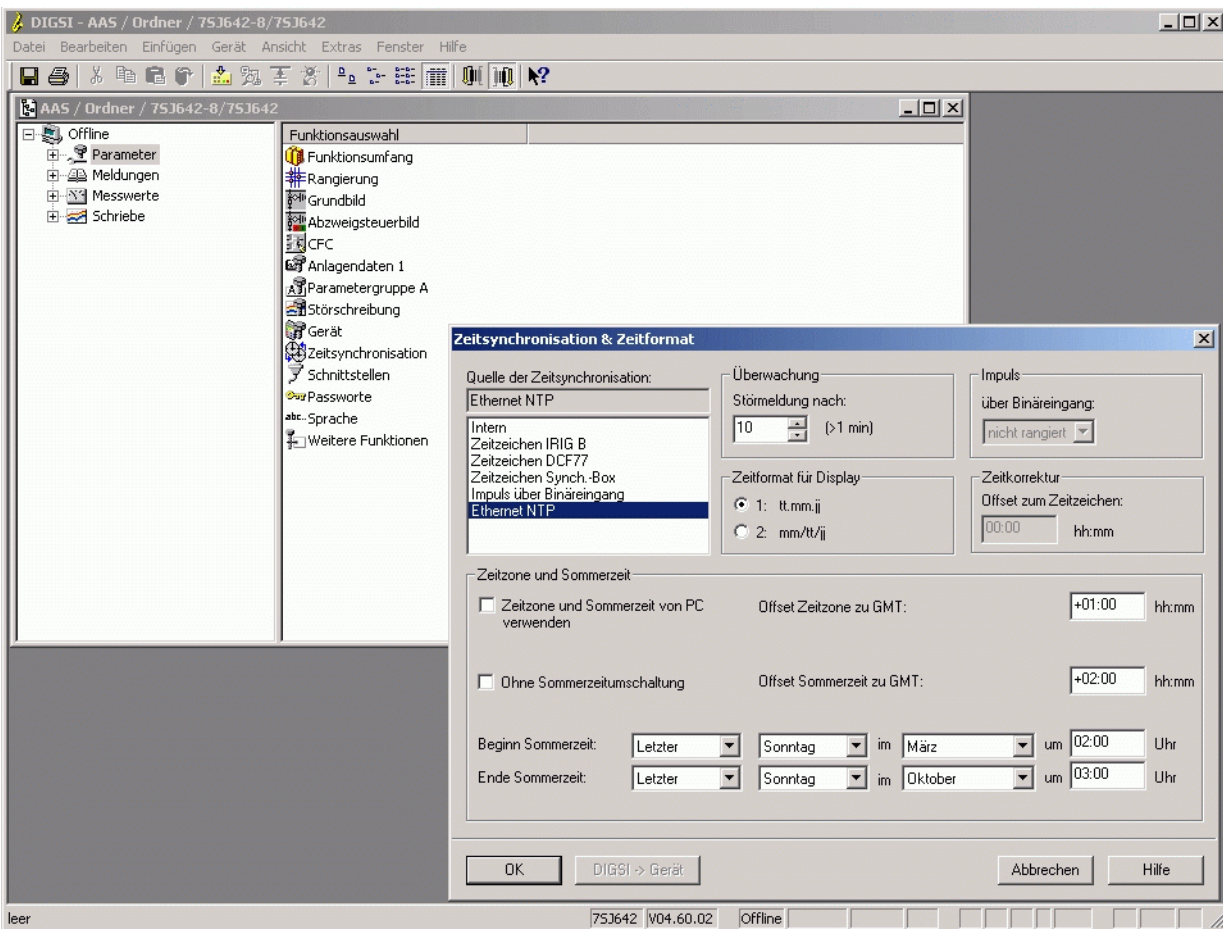


Bild 3-4 Zeitsynchronisationseinstellung über Ethernet und SNTP-Server

IEC-Schnittstellenparameter einstellen

Die Einstellung der Schnittstellenparameter umfasst die Einstellung der Ethernet-Schnittstelle, die neben der rein elektrischen Schnittstelle auch als Switch in unterschiedlichen Redundanzprotokollen gefahren werden kann.

Zu diesen Einstellungen siehe Bild 3-5.

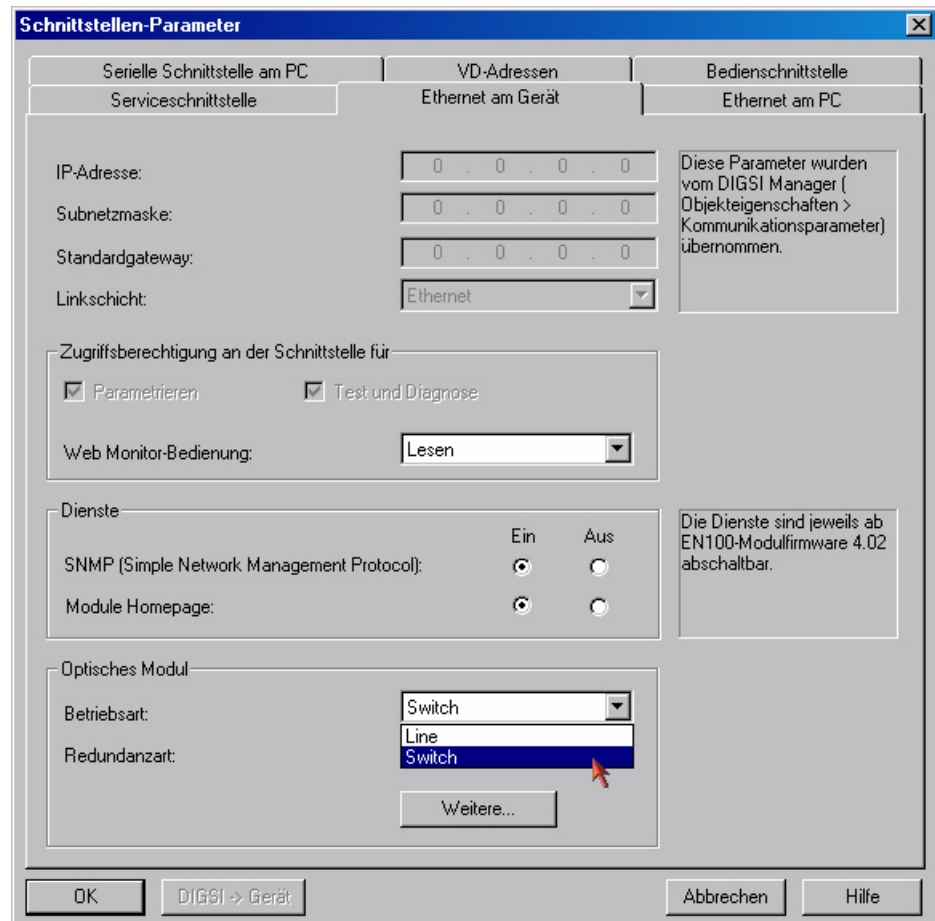


Bild 3-5 Einstellung der Betriebsart des optischen Moduls

Einstellung Betriebsart des optischen Moduls

Die Einstellung der Betriebsart kann als Linie oder Switch erfolgen. Die Einstellung als Switch entspricht der Funktionalität eines Switches mit 3 Ports, von denen einer direkt mit dem Gerät verbunden ist, die 2 anderen zur Bildung einer Ringstruktur verwendet werden (siehe auch Kapitel 4.2 Netzwerkstrukturen).

Einstellung der Redundanzart

Wurde die Betriebsart Switch ausgewählt, so muss als Nächstes die Redundanzart eingestellt werden. Als Redundanzart stehen RSTP, PRP, HSR und OSM zur Verfügung. Die Redundanzart ist abhängig vom Aufbau des Netzes.

Redundanzart OSM

Die Redundanzart OSM ist ein proprietäres Verfahren der Siemens AG und kann nur in Verbindung mit mindestens einem externen Switch realisiert werden, der diese Redundanzart beherrscht. Einer der externen Switches ist als Master einzustellen. Siemens empfiehlt die Redundanzart OSM nicht in neuen Stationsnetzwerken.

**Redundanzart
RSTP**

Dieses Verfahren ist weltweit im Einsatz und wird von nahezu allen Switches unterstützt. Die Einstellung der Redundanzart ist in Bild 3-6 gezeigt.

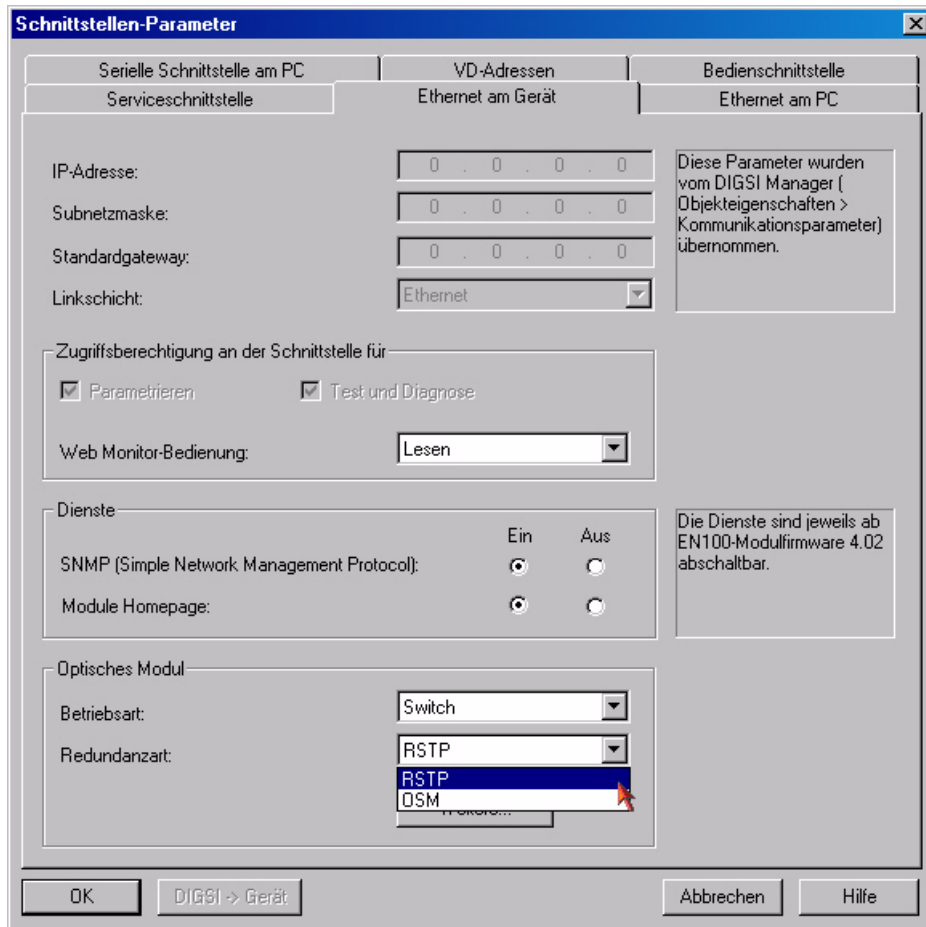


Bild 3-6 Einstellung der Redundanzart des optischen Moduls

RSTP-Parameter

Wird die Redundanzart RSTP eingestellt, so sind noch eine Reihe weiterer Einstellungen möglich. Diese sind über den Knopf *Weitere...* zugänglich und in Bild 3-7 dargestellt.



Hinweis

Von den RSTP-Parametern sollte nur bei zwingenden Gründen abgewichen werden. **Es müssen auf jeden Fall die in diesem Handbuch empfohlenen Einstellungen (s. Bild 3-7) parametrisiert werden.** Die Defaulteinstellungen in DIGSI sind entsprechend anzupassen. In einer späteren Version von DIGSI werden diese Werte harmonisiert. Weitere Einzelheiten siehe Kapitel 4.7 und Kapitel 7.4

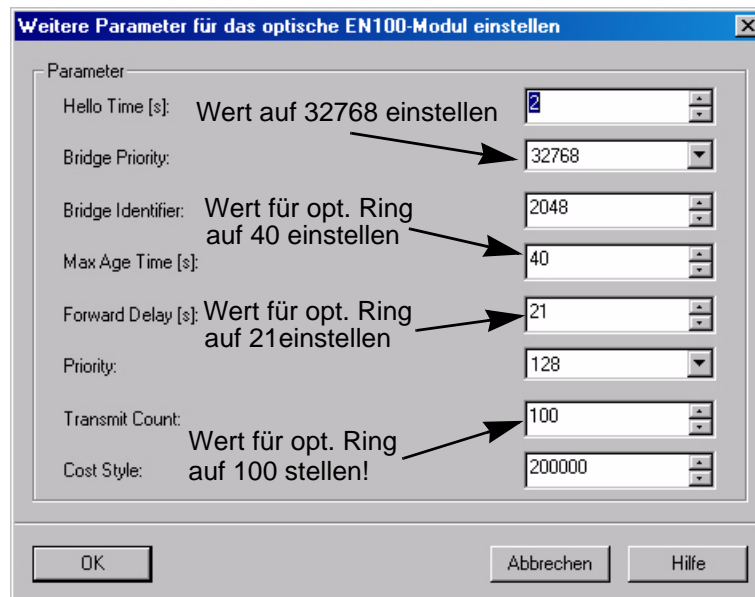


Bild 3-7 Empfohlene Einstellung der RSTP-Parameter in DIGSI

Redundanzart PRP

Die Redundanzart PRP ist ein stoßfreies Verfahren für parallele Netze nach IEC 62439-3:2012. Wenn der Parametersatz vom Gerät diesen Parameter noch nicht unterstützt, können Sie PRP über die Parametrierung mit RSTP wählen. Stellen Sie dazu den Parameter **Cost Style** auf **-1** und den Parameter **Hello Time** auf **1** ein. Die anderen Parameter haben keine Bedeutung für die Einstellung dieser Betriebsart. Voraussetzung ist aber eine EN100-Firmware-Version größer oder gleich 4.20.

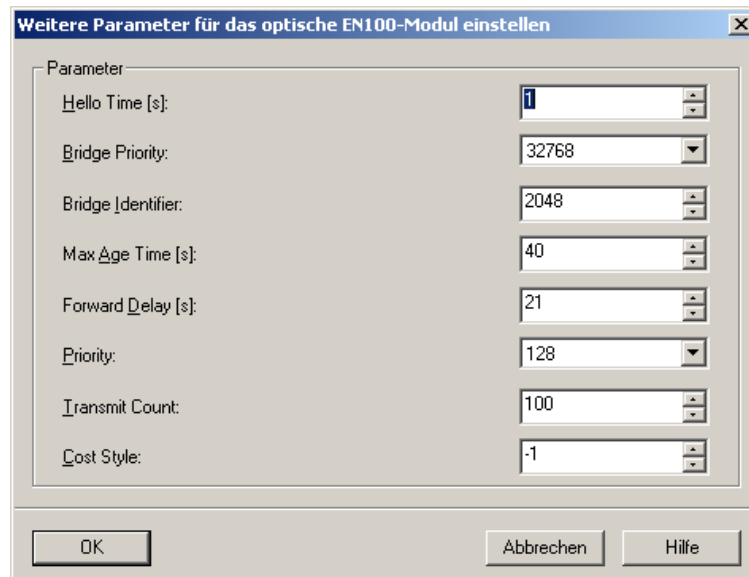


Bild 3-8 Empfohlene Einstellung der PRP-Parameter in DIGSI

Redundanzart HSR Die Redundanzart HSR ist ein stoßfreies Verfahren für Ringnetze nach IEC 62439-3:2012. Wenn der Parametersatz vom Gerät diesen Parameter noch nicht unterstützt, können Sie HSR über die Parametrierung mit RSTP wählen. Stellen Sie dazu den Parameter **Cost Style** auf **-1** und den Parameter **Hello Time** auf **2** ein. Die anderen Parameter haben keine Bedeutung für die Einstellung dieser Betriebsart. Voraussetzung ist aber eine EN100-Firmware-Version größer oder gleich 4.20.

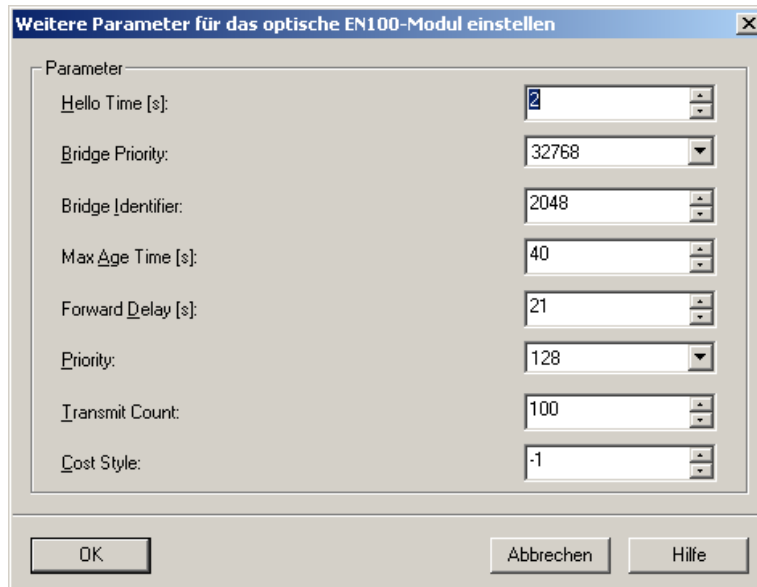


Bild 3-9 Empfohlene Einstellung der HSR-Parameter in DIGSI



Hinweis

Das Schließen und Speichern des Gerätes ist immer auszuführen, auch wenn keine Parameter geändert worden sind. Andernfalls wird kein Parametersatz für EN100 generiert.

3.3 Einstellung einer IEC 61850 Station in DIGSI

Die Zuordnung der Geräte einer Anlage mit Ethernet-Schnittstelle gemäß IEC 61850 erfolgt im IEC 61850-Manager, indem der Systemkonfigurator (IEC 61850 Station) aufgerufen wird.

Eine ausführliche Beschreibung mit einem Beispiel gibt das Hilfesystem zum Systemkonfigurator in DIGSI. Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über den Konfigurator und über die prinzipielle Arbeitsweise des Konfigurators. Ausgangspunkt ist Bild 3-2.

Station einfügen

Im 1. Schritt wird eine IEC 61850 Station eingefügt. Diese Station wird in den nachfolgenden Schritten parametrieren. In dieser Parametrierung werden die gesamten netzweiten Parametrierungen durchgeführt.

Geräte in die Station einfügen

Analog zu den Geräten wird die IEC 61850 Station markiert und im Kontextmenü Eigenschaften geöffnet. Bild 3-10 zeigt das Eigenschaftsblatt. Unter der Lasche *Teilnehmer* werden die Geräte zur IEC 61850 Station hinzugefügt.

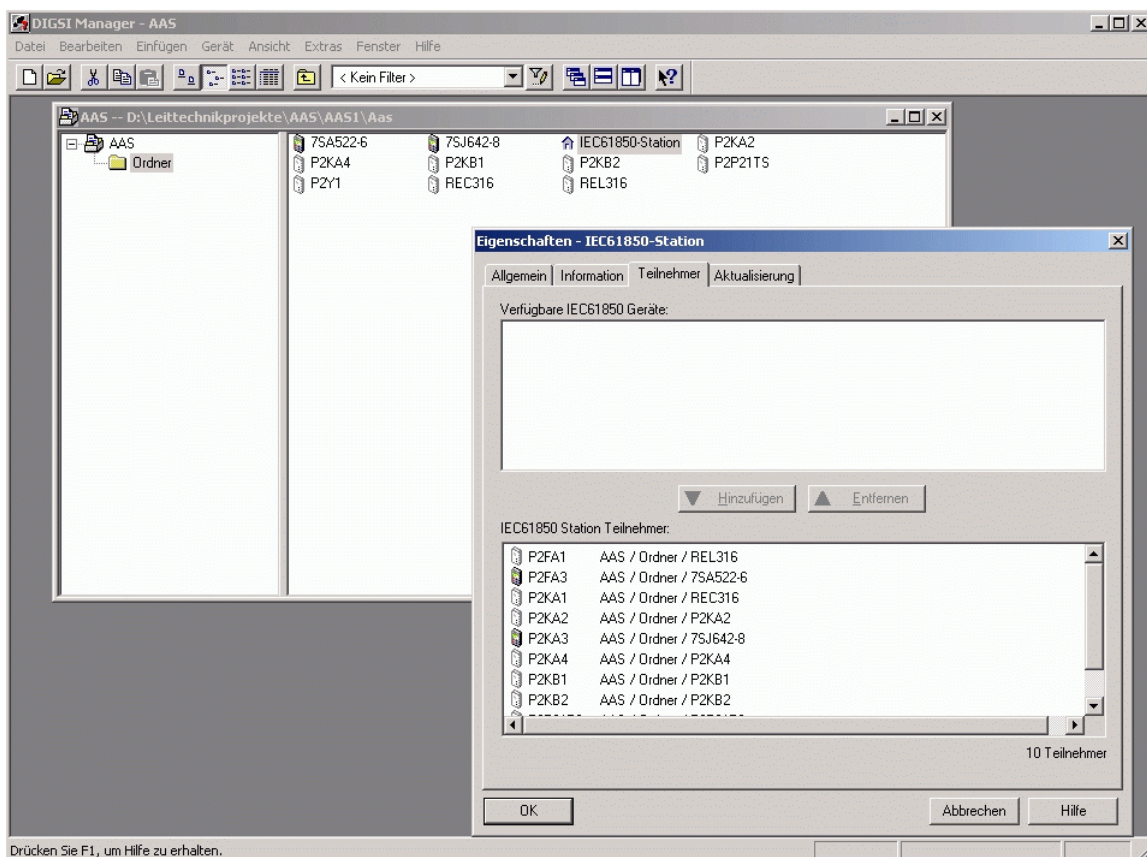


Bild 3-10 IEC 61850-Station Geräte einfügen

In dem Eigenschaftsblatt sind die verfügbaren IEC 61850-Geräte aufgeführt und können ausgewählt werden. Verfügbare IEC-Geräte sind die, für die eine entsprechende ICD-Datei existiert bzw. durch DIGSI erzeugt wurde (siehe Gliederungspunkt 3.2). Dieser Abschnitt ist in Bild 3-10 leer, da alle vorhandenen Geräte in die Station integriert wurden.

Im unteren Teil des Eigenschaftsblattes sind alle Geräte aufgezeigt, die in die Station integriert wurden. Der Vorgang selbst erfolgt durch einfaches Ziehen mit der Maus vom oberen zum unteren Teil des Eigenschaftsblattes oder durch Betätigen des *Hinzufügen*-Buttons.

Die Namen der Geräte entsprechen denen, die bei der Einstellung der Kommunikationsparameter in Bild 3-3 den Geräten als IED-Name zugewiesen wurden.

3.4 Systemkonfigurator

Die Arbeit mit dem Systemkonfigurator beginnt nun mit einem Doppelklick auf die zu parametrierende Station (im Gegensatz zu dem Eigenschaftsblatt, das nur die Zuordnung der Geräte zu der Station gestattet). Der Systemkonfigurator dient der Realisierung der Netzwerkeinstellungen und der Einstellung von Verknüpfungen zwischen den Geräten.

3.4.1 Netzwerkeinstellungen

Die Netzwerkeinstellungen sind in Bild 3-11 dargestellt. Diese Oberfläche zeigt der Systemkonfigurator nach dem Start.

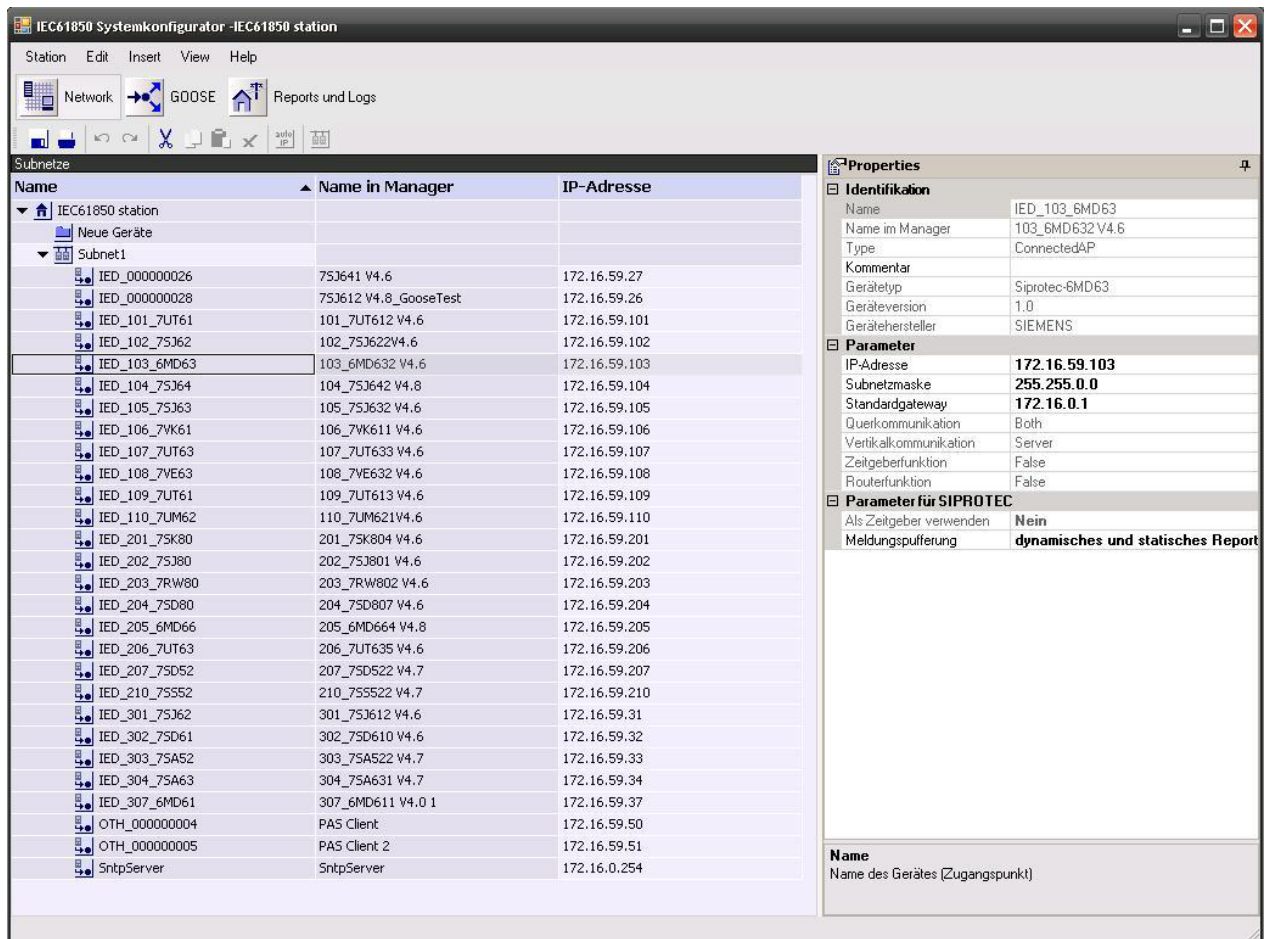


Bild 3-11 Systemkonfigurator Netzwerkeinstellungen

Darstellung der Geräte

Diese Explorerdarstellung zeigt auf der obersten Ebene die Station, die geöffnet wurde. Unterhalb der Station liegen die Subnetze, soweit sie vorhanden sind. In diesen Netzen sind die einzelnen Geräte mit ihrem zugeordneten IED-Namen zu sehen. Die Geräte sind mit einem Balken selektierbar und weitere Eigenschaften sind auf der rechten Seite eingeblendet.

Im oberen Teil erfolgt eine entsprechende Beschreibung des Gerätes, die noch mit einem Kommentar ergänzt werden kann.

Netzwerkeinstellungen

Der untere Teil ist den Netzwerkeinstellungen zugeordnet. Die IP-Einstellungen sind dort vorzunehmen. Die weiteren Informationen nennen weitere Features, die unterstützt werden und ggf. über Verschaltungen zugänglich sind.

IP-Einstellungen

Für die IP-Adressierung empfiehlt sich typischerweise der Einsatz sog. privater Adressen. Es stehen hier verschiedene Adressräume zur Verfügung:

Class A: 10.0.0.0 bis 10.255.255.255 (max. 16 Mio. Teilnehmer)

Class B: 172.16.0.0 bis 172.31.255.255 (max. 65000 Teilnehmer)

Class C: 192.168.0.0 bis 192.168.255.255 (max. 255 Teilnehmer)

Es empfiehlt sich auch bei kleineren Netzen eine Klasse B Adresse zu verwenden, damit werden bei Erweiterungen mögliche Engpässe vermieden. Auch lässt sich damit eine logische Struktur in den IP-Adressen abbilden.

Der auf dem Modul verwendete IP-Stack lässt für Class C Adressen keine Class B Subnetzmaske (255.255.0.0) zu, wohl aber kann für eine Class B Adresse eine Class C Subnetzmaske (255.255.255.0) verwendet werden. Dies bedeutet, dass Netzwerke mit der Adresse 192.168.x.x auf 255 Teilnehmer begrenzt sind.

Netzwerkparametrierung fortsetzen

Wird in einem Projekt, wo bereits ein Teil der Station parametriert wurde, diese um ein weiteres Gerät ergänzt, wie in Gliederungspunkt 3.3 beschrieben, so ist dieses Gerät nach dem Öffnen des Systemkonfigurators zunächst im Subnetz **Neue Geräte** zu finden und wird durch Ziehen mit der Maus in ein vorhandenes Subnetz integriert.

IP-Adressen Schema

Überlegen Sie sich eine logische Struktur innerhalb Ihrer Unterstation. So erhält z.B. jedes Gerät in Unterstation 1 die IP-Adresse 172.16.1.x. Reservieren Sie einen IP-Adressenbereich für die Ethernet-Switches (z.B. von 1 bis 10), so erhält der 1. Switch in jeder Unterstation die IP-Adresse 172.16.x.1. Reservieren Sie für den 1. SIPROTEC-Ring den Bereich 11 bis 40, für den 2. Ring den Bereich 41 bis 70 usw., dann ersehen Sie hieraus sofort, dass 172.16.3.16 die IP-Adresse des 6. SIPROTEC 4-Gerätes in der 3. Unterstation ist.

Reservieren Sie entsprechend auch einen IP-Adressenbereich für Ihre Leitstandsgeräte usw.

Ein solches logisches Schema erleichtert Ihnen die Arbeit bei Instandhaltungs- oder Entstörungsfällen sehr.

NTP-Uhrzeitserver

Die Uhrzeitserver für NTP werden als 'andere IEC 61850 Teilnehmer' über ein ICD File, das mit der DIGSI 4-CD ausgeliefert wird, eingebunden. Es werden 2 NTP-Server unterstützt. Der primäre Server ist der Vorzugsserver. Der sekundäre Server dient als Redundanz.

3.4.2 Verknüpfungen/Verschaltungen

Ein Vorteil der IEC 61850 besteht darin, dass zwischen den Geräten ein Datenverkehr parametrierbar werden kann, der Applikationen der Geräte untereinander verbindet. Die im Systemkonfigurator realisierte Oberfläche ist in Bild 3-12 dargestellt.

Funktions- und Verschaltungsinformationen

In der oberen Hälfte sind Informationen enthalten, die entweder Bestandteil der Gerätebeschreibung sind (s. linke Seite mit den Nodennamen) oder sie entstehen in der weiteren Bearbeitung (mittlerer Abschnitt zeigt die entstehende Verschaltungsliste) bzw. es sind weitere Informationen über die Applikation enthalten (rechter Abschnitt).

Verknüpfungserstellung

Verknüpfungen sind durch eine Quelle und ein Ziel bestimmt. Quelle und Ziel liegen in verschiedenen Geräten und ggf. in verschiedenen Nodes. Sie sind in der unteren Hälfte des Systemkonfigurators in Explorerdarstellung angezeigt. Dargestellt sind alle Geräte der Station, die solche Verknüpfungen aufweisen.

Die Geräte werden entsprechend bis zum gewünschten Endpunkt von Quelle/Ziel geöffnet. In der Verknüpfungstabelle wird die gewünschte Zeile markiert und die geöffneten Quell- und Zielpunkte durch Doppelklick aktiviert, d.h. sie werden in Quelle und Ziel der markierten Zeile eingetragen. Damit ist die Verschaltung vorgenommen. Dieser Prozess wird wiederholt, bis alle Verknüpfungen entsprechend des Projektes ausgeführt sind.

GOOSE-Performance

Hinter den Verschaltungen verbergen sich Multicastkreise, in denen die GOOSE-Telegramme vermittelt werden. Die Performance dieser Verbindungen hängt von der im Client eingestellten *BufTim* für seine Report-Steuerblöcke (Buftim) ab. Für hochperformante Verbindungen wird eine Einstellung von nicht unter 100 ms empfohlen.

Vorkonfigurierter Report-Steuerblock

Der Report-Steuerblock steuert die Prozeduren, die für das Berichten von Datenwerten an die Clients erforderlich sind. Die Daten können für die Übertragung gepuffert werden, so dass keine Datenwerte durch Beschränkungen in der Datenflusssteuerung bzw. durch Verbindungsverluste verloren gehen können. Für jedes logische Gerät sind 2 BufferedReport-Steuerblöcke implementiert. Jeder dieser Blöcke bedient einen Client.

Nach dem Abschluss aller Arbeiten ist der Systemkonfigurator zu schließen.

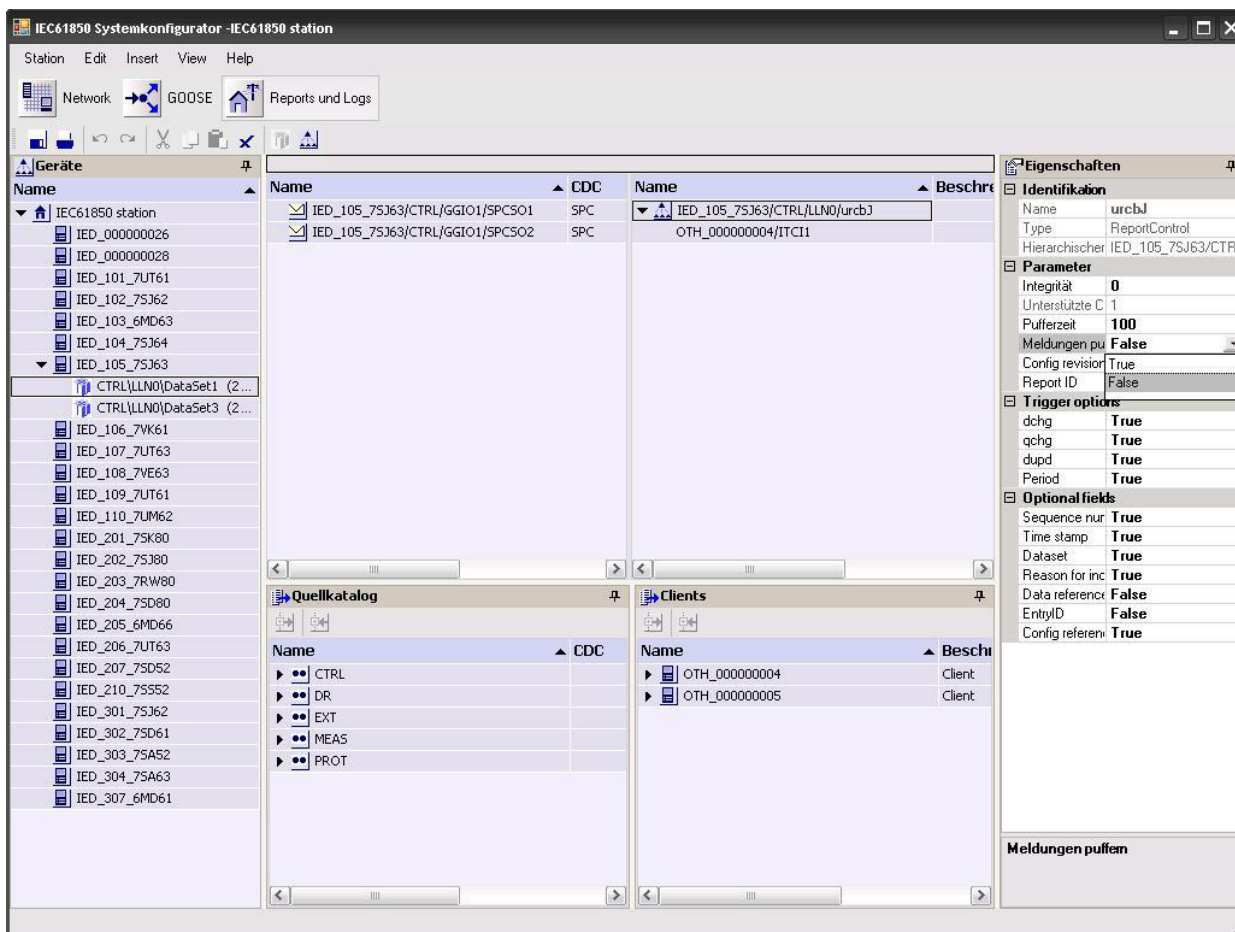


Bild 3-12 Systemkonfigurator Verschaltungen

3.4.3 Abschluss der Konfiguration

Zum Abschluss aller Arbeiten müssen sowohl die Geräte-ICD-Files aktualisiert werden als auch das stationsübergreifende SCD-File erzeugt bzw. neu erzeugt werden. Das geschieht nochmals in dem Eigenschaftsblatt der Station, wie in Bild 3-13 gezeigt.

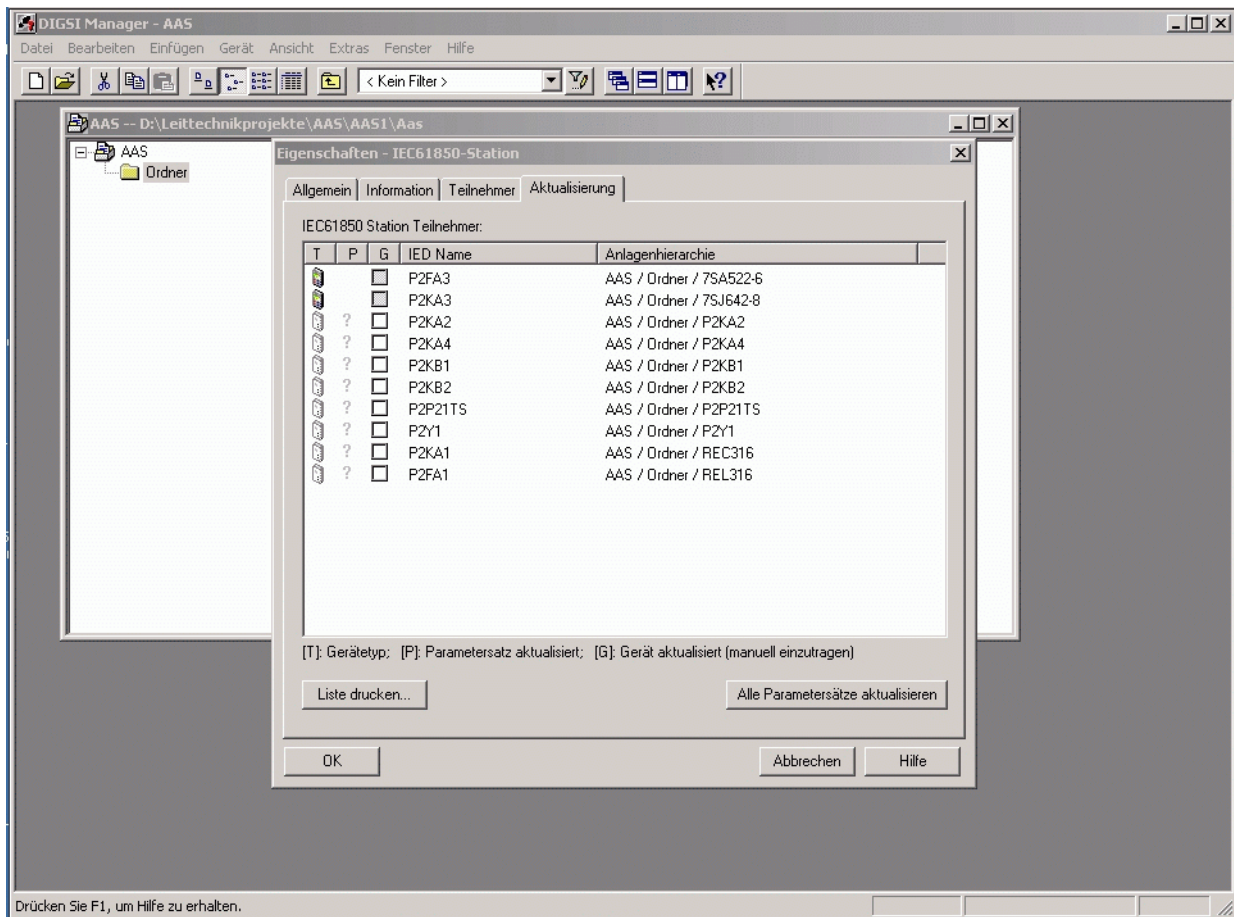


Bild 3-13 Speichern ICD-/SCD-File

Aktivieren Sie im Eigenschaftsblatt die Registerkarte Aktualisierung. Dort sind nochmals alle Geräte aufgelistet. Mit der Schaltfläche *Alle Parametersätze aktualisieren* werden alle Konfigurationsdateien aktualisiert und die Parametrierung im Systemkonfigurator ist abgeschlossen. Nach diesem Schritt sind die SIPROTEC 4-Geräte online mit DIGSI verbunden und werden mit neuen Parametersätzen versehen. Erst mit diesem Schritt ist die Konsistenz des gesamten Netzwerkes sichergestellt. Mit der Aktualisierung der Parametersätze ist nicht automatisch ein Laden der (geänderten) Parameter in die Geräte verbunden!



Hinweis

Nach dem Abschluss der Arbeiten ist es notwendig die Parametersätze der Geräte in die Geräte zu laden, damit die systemweite Konsistenz im Netzwerk sichergestellt ist. Weitergehende Informationen sind in der Online-Hilfe vom Systemkonfigurator in DIGSI zu finden.

Bei interoperablen Projekten mit Geräten von anderen Herstellern müssen zum Laden der Parametersätze in diese Geräte die Bedienprogramme des Herstellers verwendet werden.

Integration in Netzwerke

Dieses Kapitel beschreibt die Integration der Geräte in ein Netzwerk. Dabei sind die Besonderheiten von Netzwerken, Adressenwahl, Switch-Einstellungen usw. im Detail beschrieben.

4.1	Netzwerkparameter	4-2
4.2	Netzwerkstrukturen	4-4
4.3	Zeitsynchronisation	4-10
4.4	Einsatz von externen Switches	4-11
4.5	Redundanzeinstellungen	4-12
4.6	Geräteinterne Switches	4-13
4.7	Projektierungshinweise	4-15

4.1 Netzwerkparameter

MAC-Adresse	Die MAC-Adresse ist eine transparente Adresse, die im Modul fest hinterlegt ist. Sie identifiziert das Modul weltweit eindeutig. Damit sind die Geräte in beliebige Netze integrierbar. Die MAC-Adresse ist dem Benutzer nur lesend zugänglich und kann nicht verändert werden.
IP-Adresse	<p>Die IP-Adresse ist eine ebenfalls eindeutige Kennzeichnung für eine TCP/IP-Verbindung. Es ist eine 32-Bit-breite Zahl.</p> <p>Die IP-Adresse wird während der Projektierung eines Netzwerkes in einer Station vergeben. Sie ist einerseits über DIGSI bei der Geräteparametrierung einstellbar, andererseits kann sie auch über den Systemkonfigurator eingestellt werden. Eine Ausnahme stellt der Betrieb in einem Netzwerk mit DHCP-Server dar, sofern ein solcher im Netzwerk integriert ist.</p>
Netzwerkmaske	Diese Maske muss eingestellt werden entsprechend des Adressschemas des Netzwerkes.
SNTP-Adresse	Diese Adresse ist gleichfalls eine TCP/IP-Adresse, mit der der Zeit-Server im Netzwerk erreicht werden kann, der die genaue Zeitsynchronisation aller Geräte sicherstellt.
Multicast- adresse(n)	Diese Adressen werden im Zusammenhang mit dem GOOSE-Protokoll zur Bildung sogen. Multicastkreise benötigt und definieren Verbindungen von einem zu mehreren anderen Geräten. Sie werden bei der Netzwerkparametrierung im Systemkonfigurator je nach Zusammenstellung der Verschaltungen automatisch vergeben und sind völlig transparent für den Anwender. Am Gerät selbst können sie nicht eingestellt werden. Bei GOOSE-Telegrammen werden ausschließlich virtuelle MAC-Adressen als Zieladresse verwendet, d.h. es wird niemals eine reale MAC-Adresse eines SIPROTEC 4-Gerätes als Zieladresse verwendet. Bedingt durch die breite Akzeptanz von GOOSE-Nachrichten, großer Netzwerke und zahlreicher Verwendung von GOOSE-Nachrichten unterstützt DIGSI einen größeren Adressbereich von 01:0C:CD:01:00:00 bis 01:0C:CD:01:FF:FF.
Gatewayadresse	Diese IP-Adresse des Gateways, das immer dann angesprochen wird, wenn eine Adresse außerhalb des LANs der Station erreicht werden soll. Sie kann nur über DIGSI eingestellt werden
DHCP	DHCP wird verwendet, um die o.g. Parameter nicht einzeln einstellen zu müssen. Bei aktivierten DHCP werden die Einstellungen durch einen DHCP-Server im Netzwerk geliefert. Davon ausgenommen sind MAC-Adresse und Multicastadressen. Ein DHCP-Server muss für diese Funktion im Netz erreichbar sein.



Hinweis

Um mit DHCP arbeiten zu können, muss dieses Feature im Gerät aktiviert werden. Dieses ist im Lieferzustand des Gerätes aktiviert. Dann sind IP-Adresse, Netzwerkmaske und Gateway auf Null gestellt.

SNMP V2

Dieses Protokoll wurde implementiert, um einen Zugriff auf Informationen in einem Netzwerk zu haben, in dem auch andere Einheiten wie externe Switches verwaltet werden. Basierend auf diesem Protokoll können mit jedem MIB-Browser die zugänglichen Informationen abgerufen werden. Die dazu notwendigen MIB-Beschreibungen sind im Internet unter www.siprotec.com oder www.siprotec.de verfügbar. Über SNMP sind insbesondere die Zustände der beiden Ports mit einem MIB-Browser lesbar. Das Protokoll ist in allen Modulen implementiert. Zu weiteren Einzelheiten siehe Kapitel 7.5

4.1.1 Anzeige der Netzwerkparameter**Anzeigen am Gerät**

Die Parameter der Schnittstellen können am Gerätedisplay eingesehen werden. Dazu ist, ausgehend vom Grundbild, mit der Menü-Taste in das Bedienmenü einzutreten. Dort sind die Anzeigen über *Parameter* → *Setup/Extras* → *IP-Konfiguration* → *System-SST (Port B)* erreichbar. Die Anzeige umfasst u.a.:

- IP-Adresse
- Subnetzmaske
- Gateway
- Rechte
- Linktyp

Hier werden die im Parametersatz des Gerätes enthaltenen Einstellungen, mit denen das Gerät arbeitet, angezeigt. Eine Änderung der Einstellungen ist nur über das Parametriersystem DIGSI möglich.

In diesem Zusammenhang ist noch auf einen Sonderfall hinzuweisen. Ist über DIGSI/Systemkonfigurator die Adresszuweisung über DHCP aktiviert, so werden für IP-Adresse, Netzmaske und Gateway die Adresse 0.0.0.0 angezeigt. In diesem Falle wird durch DIGSI keine Adresse im Parametersatz hinterlegt. Die Adresse wird durch den DHCP-Server zugeteilt. In diesem Fall ist die Verwendung des Systemkonfigurators nicht möglich, da dieser auf fest eingestellte Adressen angewiesen ist. In IEC 61850 Stationen wird diese Betriebsweise nicht verwendet, sondern mit fest eingestellten IP-Adressen gearbeitet.

Anzeige Parameter über Browser

Die o.g. Anzeigen sind auch über die Ethernet-Schnittstelle erreichbar, wenn mit einem Browser das Gerät angewählt wird. In diesem Falle präsentiert sich das Gerät mit seiner Vorderansicht auf der rechten Seite des Browserfensters. Das Gerät ist über die Maus analog zum wirklichen Gerät bedienbar.

Auf der linken Seite des Browserfensters sind weitere Angaben enthalten, die Informationen direkt aus dem Schutzgerät zugänglich machen. Sie werden hier nicht weiter erläutert. Die Seite ist selbsterklärend und kann von Gerät zu Gerät typabhängig differieren. Dazu ist das entsprechende Gerätehandbuch heranzuziehen.

Die Anzeige der Parameter über einen Browser ist nicht in allen Geräten vorhanden. Weitere Informationen dazu finden sich in Kapitel 9 bzw. sind dem jeweiligen Gerätehandbuch zu entnehmen.

4.2 Netzwerkstrukturen

Die Kommunikationsmodule stehen mit der Schnittstelle elektrisch und optisch zur Verfügung, wobei die optische Schnittstelle über eine integrierte Switch-Funktionalität verfügt. Dadurch sind die IEC 61850-Geräte nahezu in alle Netzwerkstrukturen integrierbar.

Das Kommunikationsmodul unterstützt mehrere Betriebsarten. In der folgenden Tabelle ist dargestellt, welche Betriebsart ab welcher Modul-Firmware-Version verfügbar ist.

Tabelle 4-1

Hardware	Anschluss	Operationsmodus					Bemerkungen	ab EN100 Firmware-Version*	FPGA-Version*
		Linie	Integrierter Switch						
			RSTP	PRP	HSR	OSM†			
EN100-E	RJ45	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	-	3.09	408
EN100-O	ST	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Diskontinuität seit 2010, ersetzt durch EN100-O mit LC Anschlüssen	3.09	503
EN100-O	LC	Ja	Ja	Ja‡	Ja**	Ja	-	4.02	503 (RSTP) 555 (nur PRP) 512 (RSTP, PRP, HSR)
EN100-E+	RJ45	Ja	Nein	Ja††	Nein	Ja	Nachfolger von EN100-E	4.20	6xx
EN100-O+	LC	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nachfolger von EN100-O	4.20	7xx

*Siemens empfiehlt immer die aktuelle Version.

†Siemens empfiehlt OSM nicht in neuen Stationsnetzwerken. Nur abwärtskompatibel

‡Mit EN100-Firmware-Version 4.20 und FPGA-Version 515 (auch mit EN100-Firmware-Version 4.10 und FPGA-Version 555)

**Mit EN100-Firmware-Version 4.20 und FPGA-Version 515

††Wenn der PRP-Parameter im Geräte-Parametersatz vorhanden ist.

Einfache Struktur

In einer solchen Struktur sind grundsätzlich sogen. Switches erforderlich. Ein Switch ist dabei ein Gerät, an das über mehrere Anschlüsse im Sinne eines Sternkopplers die Geräte angeschlossen werden. Damit wird eine Sternstruktur gebildet. Die Switches selbst können ihrerseits wieder untereinander verbunden sein, so dass sich auf diese Weise unterschiedlich große Strukturen realisieren lassen.

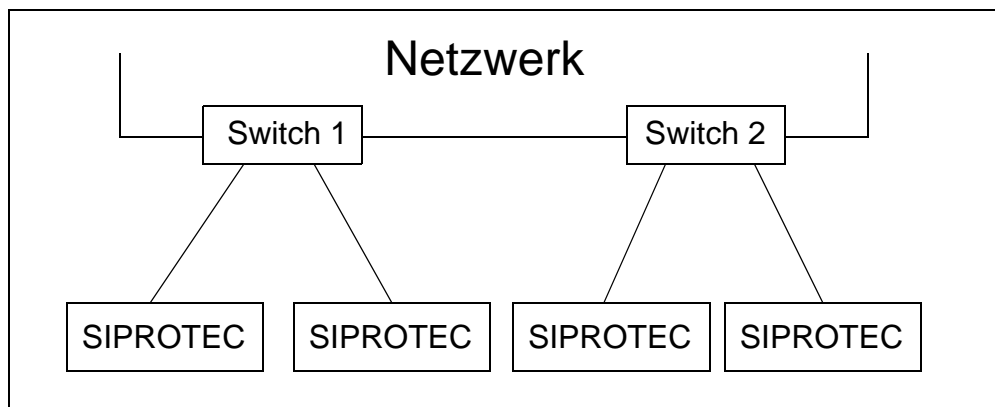


Bild 4-1 SIPROTEC 4-Geräte über eine Verbindung angeschlossen

Wie in Bild 4-1 dargestellt, ist jeweils ein SIPROTEC 4-Gerät mit dem Port eines Switches verbunden. Die dargestellte Verbindung ist dabei eine Ethernetverbindung. Die Module verfügen über 2 Anschlüsse, von denen nur einer aktiv benutzt wird. Die Auswahl des Anschlusses wird durch das Modul automatisch erkannt. Eine solche Struktur ist mit allen Modultypen realisierbar. Ein Modul mit optischer Schnittstelle muss dabei auf die Betriebsart Linie eingestellt werden.

Betriebsart Line

Die EN100-Module verfügen grundsätzlich über 2 Schnittstellen die entweder für eine elektrische oder optische Schnittstelle ausgelegt sind und können demzufolge über 2 Ethernet-Kabel kommunizieren, aber nicht gleichzeitig. Der 2. Kanal dient immer als Reserve. Daraus ergibt sich die in Bild 4-2 dargestellte Netzwerkstruktur, die den Anschluss der beiden Verbindungen an unterschiedliche Switchports zeigt. Beim Modul mit optischer Schnittstelle ist hier die Betriebsart Linie einzustellen.

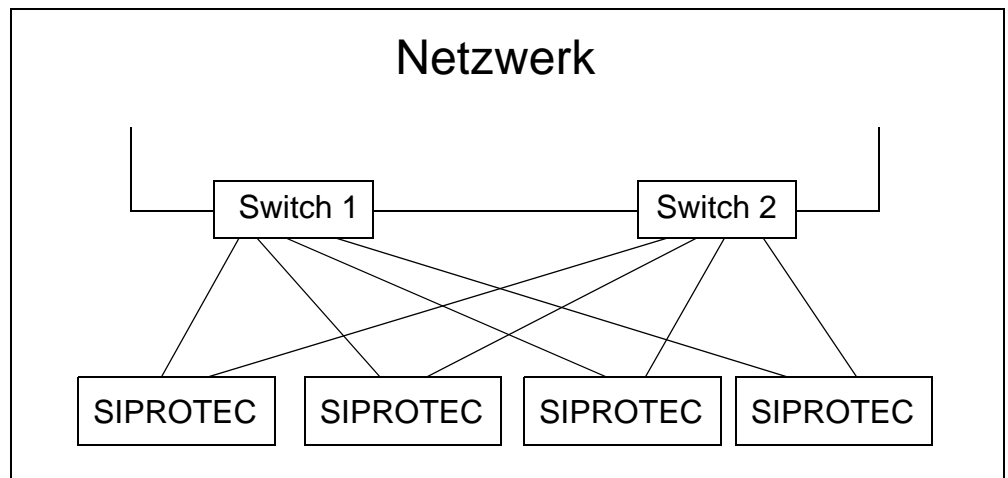


Bild 4-2 SIPROTEC 4-Geräte über 2 Verbindungen angeschlossen

Die beiden physikalischen Verbindungen werden überwacht. Damit kann bei der Unterbrechung einer Verbindung immer eine diesbzgl. Meldung generiert und abgesetzt werden. Diese Meldung steht im Betriebsmeldepuffer und kann auf Kontakte, LED oder im Logikeditor (CFC) rangiert sein.

PRP-Struktur

Bei der PRP-Struktur (**Parallel Redundancy Protocol** nach IEC 62439-3:2012) wird zeitgleich über 2 unabhängige Netzwerke (LAN A und LAN B) kommuniziert. Wie im folgenden Bild dargestellt, dürfen die beiden Netzwerke nicht miteinander verbunden sein. Siemens empfiehlt, beide Netzwerke identisch aufzubauen. Schließen Sie LAN A an Kanal 1 und LAN B an Kanal 2 an.

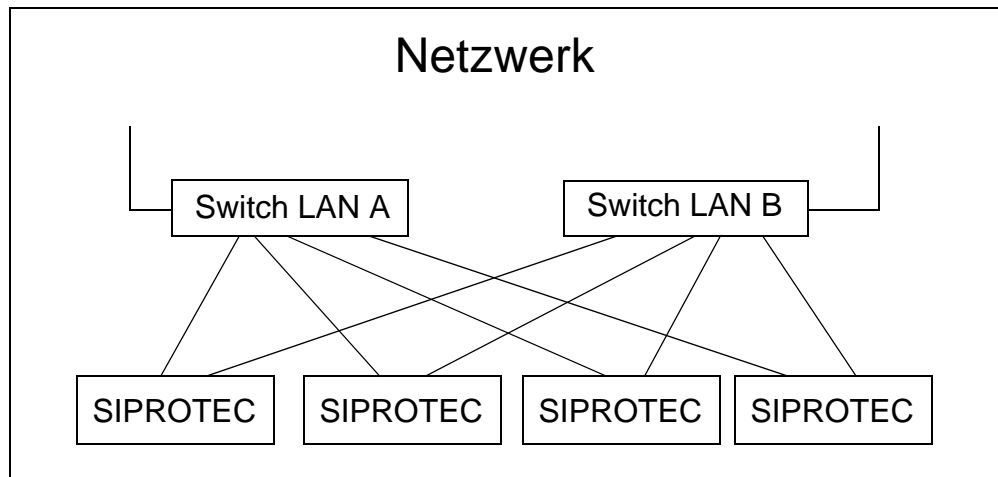


Bild 4-3 SIPROTEC 4-Geräte über 2 unabhängige Netzwerke (LAN A und LAN B) angeschlossen

Im Fall einer Kommunikationsunterbrechung in einem Netzwerk wird stoßfrei umgeschaltet. Nur das optische EN100-Modul mit LC-Anschlüssen und Applikationsstand ab V4.1x unterstützt PRP. Mit dem Applikationsstand V4.1x kann RSTP und Line-mode nicht aktiviert werden. Eine Konfiguration der Redundanzmethode über DIGSI ist nicht möglich.

**Kanalumschaltung
im Line-Mode**

Wird die aktive Verbindung, d.h. die auf der die Daten übertragen werden zwischen Gerät und externen Switch, unterbrochen, so wird die wie o.g. die Unterbrechung erkannt und gemeldet. Mit der Erkennung der Unterbrechung wird gleichzeitig auf den zweiten Kanal umgeschaltet, so dass der Datenverkehr nahezu unterbrechungsfrei weitergeführt wird. Die Unterbrechungsmeldung wird dann über den Reservkanal übertragen.

**Ausfall des externen
Switches**

Sind beide Verbindungen mit Ports in verschiedenen Switches verbunden, so führt auch der Ausfall eines externen Switches nicht zu einer Verbindungsunterbrechung zu einer Zentrale. In diesem Fall wechseln alle Geräte, die aktiv über den ausgefallenen Switch eine Verbindung aufgebaut hatten, auf ihre zweite Verbindung, die an einem anderen Switch angeschlossen ist und der Betrieb kann fortgesetzt werden. Die externen Switches selbst sind i.d.R. über eine Ringstruktur verbunden, so dass sie eine eigene Redundanz untereinander realisieren.

Ringstruktur

Ringstrukturen bedeuten, dass alle Geräte in einem Ring zusammengeschaltet sind, wie es in Bild 4-5 gezeigt ist. Diese Betriebsweise setzt aber 2 Ports, die aktiv Daten übertragen, voraus. Eingeschlossen ist eine entsprechende Steuerung des Netzwerkes. Eine solche Struktur setzt eine Switch-Funktionalität voraus, die nur im Modul mit optischer Schnittstelle vorhanden ist.

**Switch-Funktion
(interner Switch)**

Die Switch-Funktion selbst stellt dabei eine Verbindung zum Gerät her und zusätzlich noch die Verbindung zu den beiden anderen Ports, die dann eine Ringstruktur realisieren. Die Steuerung dieses Dreiport-Switches erfolgt so, dass nur Telegramme, die für das Gerät bestimmt sind, auch an dieses vermittelt werden. Von dort gesendete Telegramme werden in den Datenstrom auf dem Ring eingefügt. Den prinzipiellen Aufbau eines solchen integrierten Switches zeigt Bild 4-4.

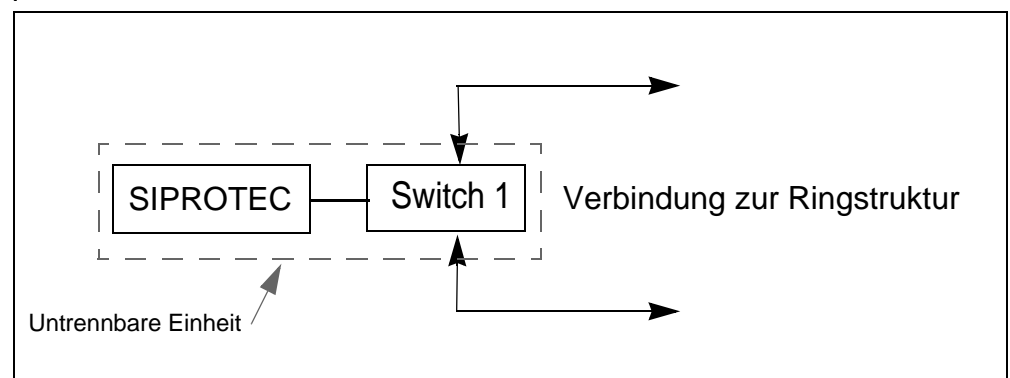


Bild 4-4 Prinzip des integrierten Switches

**Besonderheiten
des optischen Moduls**

Das Modul mit der optischen Schnittstelle verfügt über 2 Betriebsarten, Der Betriebsart Linie und Switch. Eine der beiden Betriebsarten ist unmittelbar nach Netzeinschaltung aktiv und muss mit der Netzkonfiguration abgestimmt sein.

Betriebsart RSTP

Diese Betriebsart ermöglicht eine Struktur, die in Bild 4-5 gezeigt ist. Kennzeichnend ist, dass alle Geräte in einem Ring angeordnet sind, der zur Auskopplung von Daten z.B. für die Anzeige oder die Übertragung in ein anderes Netzwerk einen oder mehrere externe Switches integriert haben muss.

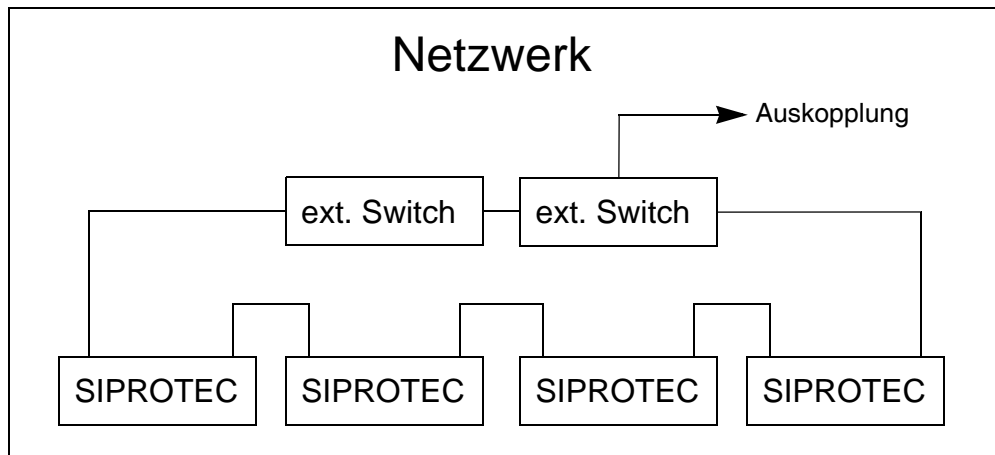


Bild 4-5 SIPROTEC 4-Geräte mit integriertem Switch

Wird der Geräte und Switch beinhaltende Ring aufgetrennt, so wird der Ring zu einer Linie und die Funktionalität nahezu unterbrechungsfrei aufrechterhalten. Wird der Ring an einer zweiten Stelle unterbrochen, dann wird dieser Doppelfehler nicht mehr beherrscht. Ein Teil der Linie ist dann abgetrennt, d.h. es werden mit einer solchen Struktur nur Einfachfehler bzgl. der Unterbrechung beherrscht.

HSR-Struktur

Bei der im folgenden Bild dargestellten HSR-Struktur (**H**igh-availability **S**eamless **R**edundancy nach IEC 62439-3:2012) werden die Geräte in Ringen angeordnet. Das Verfahren besitzt keine eigenen Parameter.

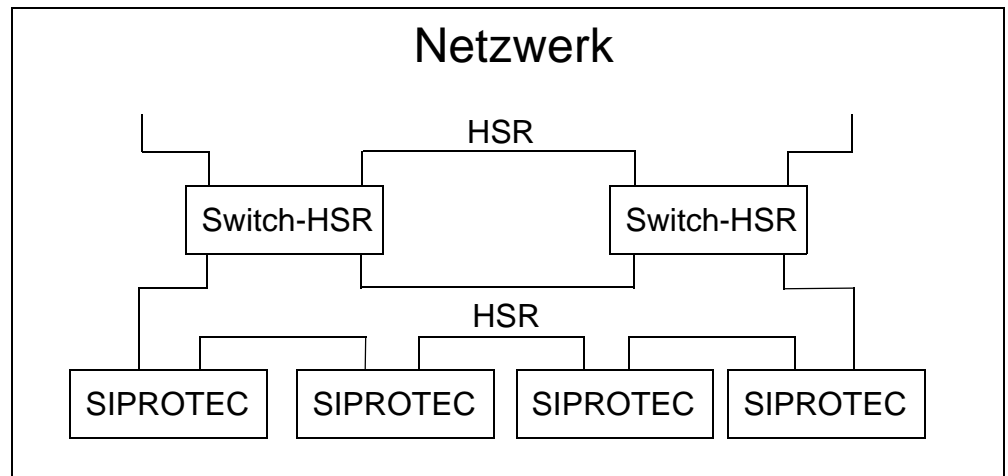


Bild 4-6 SIPROTEC 4-Geräte in Ringen angeordnet

Im Fall einer Kommunikationsunterbrechung in einem Netzwerk wird stoßfrei umgeschaltet. Alle Komponenten in den HSR-Ringen müssen HSR unterstützen. Wenn Sie nicht HSR-fähige Geräte ankoppeln wollen, müssen Sie spezielle Switches einsetzen, die HSR unterstützen.

4.3 Zeitsynchronisation

- Zeitsynchronisation über SNTP** Die SIPROTEC 4-Geräte benötigen eine Zeitsynchronisation, um entsprechend synchron die korrekte Zeiterfassung von Ereignissen zu ermöglichen. Mit dem Protokoll IEC 61850 ausgerüstete Geräte sind mit der Option einer Zeitsynchronisation über das Netzwerk ausgerüstet. Unterstützt wird das Protokoll SNTP, das auch von der Norm vorgeschrieben ist (s.a. Kapitel 3.2). Ab Modul-Firmware-Version 3.09 und DIGSI 4.8 wird die Zeitabfrage von 2 Zeit-Servern unterstützt.
- Zeit-Server im Netzwerk** Um die Zeitsynchronisation über Ethernet entsprechend SNTP nutzen zu können, ist die Existenz eines Zeit-Servers im Netzwerk notwendig, der die verschiedenen Zeitanforderungen von den Geräten, wie im SNTP-Protokoll definiert, auch bedienen kann. Zeit-Server sind über eine IP-Adresse erreichbar. Diese ist über DIGSI im Rahmen der Parametrierung im Systemkonfigurator einzustellen. Ist sie nicht vorhanden, muss die Zeitsynchronisation über andere Wege sichergestellt werden.
- Andere Zeitsynchronisationen** Neben diesem Synchronisationsprotokoll können auch die anderen Möglichkeiten der SIPROTEC 4-Geräte verwendet werden. Die Aktivierung erfolgt mit dem Parametriersystem DIGSI. Ist eine solche Methode aktiviert, erfolgt keine Zeitsynchronisation über das Ethernet-Netzwerk und jedes Gerät ist entsprechend der vorgesehenen Zeitsynchronisationsart einzustellen. Die notwendige Zeitinformation für das IEC 61850-Protokoll selbst wird dann vom Gerät an das Kommunikationsmodul geliefert.

4.4 Einsatz von externen Switches

Switches dienen dem Aufbau von Ethernet-Netzwerken und sind auch beim Einsatz der SIPROTEC 4-Geräte mit IEC 61850-Protokoll notwendig. Das ist bereits in Bild 4-1 und Bild 4-2 dargestellt. In diesem Kapitel wird nur auf die externen Switches eingegangen.

4.4.1 Eigenschaften von Switches

Switches sind im eigentlichen Sinne Sternpunktkoppler, d.h. an einen Sternpunkt können mehrere Geräte angeschlossen werden und kommunizieren über diesen miteinander. Die Verbindung der Geräte zu dem Sternpunkt stellt damit immer eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung dar. Die Verwaltung der eingehenden und ausgehenden Nachrichten obliegt dann dem Switch.

Switches sind genauso aufgebaut. Sie besitzen mehrere Ports, die jeweils den Anschluss eines Verbindungskabels gestatten. Die Ports selbst sind je nach Hersteller und Typ für die verschiedenen Medien ausgelegt, z.T. auch gemischt elektrische und optische Schnittstelle. Das betrifft neben den Steckverbindern auch die grundsätzliche Ausführung als optischer oder elektrischer Port.

Die Switches besitzen i.d.R. noch eine weitere serielle Management-Schnittstelle, die für spezielle interne Einstellungen des Switches genutzt werden kann. Ein Switch ist außer über diese Schnittstelle auch über einen beliebigen Ethernet-Port zugänglich. Die Einstellung einer eigenen IP-Adresse für den Switch erfolgt über diese spezielle Schnittstelle.

Switches gibt es als 'managed' und 'unmanaged' Switches. Für die Anwendung in IEC 61850-Netzen sollten nur 'managed' Switches der Layer 2 verwendet werden. Für die Interoperabilität ist eine vollständige Übereinstimmung mit der IEEE 802.3 und IEEE 802.3u des Ethernet Standards erforderlich.

4.4.2 Einstellungen von Switches

Führen Sie die Einstellung der Switches nach den Angaben der Switch-Herstellerdokumentation durch.

4.5 Redundanzeinstellungen

4.5.1 Funktionsprinzip

Modul mit elektrischer Schnittstelle

Redundanz ist ein wichtiger Punkt in Bezug auf die Zuverlässigkeit eines gesamten Kommunikationssystems. Das grundlegende Prinzip bei dem EN100-Modul mit elektrischer Schnittstelle besteht darin, dass beide RJ45-Schnittstellen des Moduls mit den Ports zweier verschiedener Switches verbunden werden. Verbindet man sie mit den Ports nur eines Switches, so kann nur eine Leitungsredundanz erreicht werden.

Ein Kanal wird als aktiver Kanal vom Modul selbständig aktiviert und betrieben, der zweite Kanal wird auf Verbindung überwacht. Wird die Verbindung des aktiven Kanals unterbrochen, so wird automatisch auf die andere Schnittstelle umgeschaltet. Dieser Vorgang ist für den Benutzer vollständig transparent. Lediglich im Meldungspuffer ist der aktive Kanal zu erkennen. Bei Umschaltung wird eine entsprechende Meldung generiert.

Modul mit optischer Schnittstelle

Diese Module verhalten sich in der Betriebsart Linie analog zu denen mit elektrischer Schnittstelle. In der Betriebsart Switch sind beide Kanäle aktiv und entsprechend Bild 4-5 zu einem Ring verschaltet. Spezielle Einstellungen sind über DIGSI zugänglich und betreffen ausschließlich die Einstellungen der Redundanzfunktionalität.

4.6 Geräteinterne Switches

4.6.1 Vereinfachtes Funktionsprinzip

In den EN100-Modulen mit optischer Schnittstelle ist, wie bereits in Kapitel 4.2 gezeigt, ein Switch integriert und gestattet den Aufbau von Ringstrukturen. Dieser Switch entspricht in der Funktionsweise einem Switch mit 3 Ports, von denen einer fest mit MAC¹ des Prozessors verbunden ist. Damit ergibt sich auch für die beiden anderen Ports eine feste Funktionszuordnung, die im Aufspannen einer Ringstruktur besteht. Durch diese feste Zuordnung ergibt sich eine stark vereinfachte Steuerung (s. Bild 4-7)

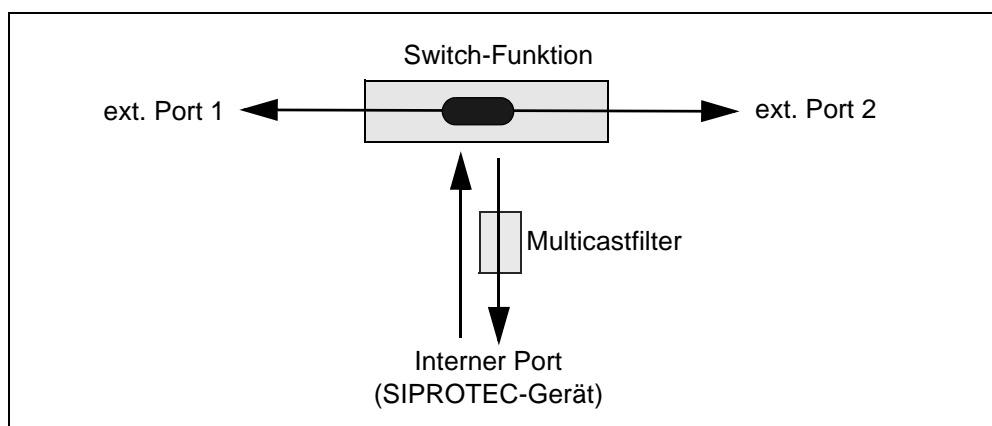


Bild 4-7 Prinzip interner Switch

Das Netzwerk wird mit den beiden externen Ports verbunden und bildet auf diesem Wege eine Ringstruktur. D.h. alle Telegramme des Netzes passieren mindestens einen der externen Ports. Auf dem Netzwerk sind Unicast-, Multicast- und Broadcast-telegramme im Umlauf. Sie werden unterschiedlich behandelt:

Unicasttelegramme

Unicasttelegramme sind solche, die für ein bestimmtes SIPROTEC 4 Gerät bestimmt sind. Diese Telegramme werden unabhängig, von welchen externen Port sie kommen, nur an den internen Port, d.h. das Gerät weitergeleitet, wenn sie für dieses Gerät bestimmt sind, andernfalls werden sie an den anderen externen Port weitervermittelt. Ist das Unicasttelegramm nicht an das Gerät adressiert, dann wird es nur an den jeweils anderen externen Port weitergeleitet.

Unicasttelegramme an einem externen Port, die vom internen Port gesendet wurden, werden aus dem Telegrammverkehr entfernt.

Unicasttelegramme, die vom Gerät gesendet werden, werden auf beide Ports weitergeleitet und in den Datenstrom eingeschleift. Dabei haben diese Telegramme Vorrang von den auf dem Netz transportierten.

1. MAC, Medium Access Controller, Funktionsbaustein, der den Zugriff auf das Medium steuert.

Multicasttelegramme

Multicasttelegramme werden als MAC-Multicasttelegramme gesendet. Diese Telegramme haben als Ziel mehrere Geräte im Netzwerk und werden von einem Sender erzeugt. Werden solche Telegramme auf den externen Ports erkannt, dann werden sie sowohl auf den jeweils anderen externen als auch auf den internen Port weitervermittelt. Multicasttelegramme werden zur Implementierung des GOOSE-Protokolls für sehr schnelle Datenübertragungen verwendet. Erfolgt keine Zustandsänderung, wird die Nachricht zyklisch übertragen, z.B. im Abstand von einer Sekunde. Bei einer Zustandsänderung erfolgt sofort eine spontane Übertragung (z.B. 1 ms), die in immer länger werdenden Abständen wiederholt wird, bis der zyklische Abstand wieder erreicht wird. Wesentlich ist, dass sie unmittelbar nach dem Ereignis mehrere Mal mit einem Abstand von 1 ms gesendet und damit eine hohe Belastung für den Empfänger erzeugen. Aus diesem Grunde ist ein Multicastfilter in Empfangsrichtung des internen Ports integriert. Dieser Filter blockt alle Multicasttelegramme ab, die nicht für den internen Port bestimmt sind. Bei dem Filter selbst handelt es sich um einen 'echten' Filter¹, der nur die Telegramme passieren lässt, auf die er eingestellt ist². Eine softwaremäßige Filterung scheidet auf Grund der Performanceanforderungen i.d.R. aus.

Broadcasttelegramme

Diese Telegramme werden bei Empfang auf einem externen Port sowohl dem anderen externen Port als auch dem internen Port zugeleitet. Auch hier werden vom internen Port erzeugte Broadcasttelegramme bei Empfang auf einem externen Port entfernt.

Portadressen

Switches sind i.d.R. mit einer Funktion ausgestattet, die jedem Port eine (oder auch mehrere) feste MAC-Adresse(n) zuordnet. Diese Adresse wird bei dem 1. Telegramm, das auf dem Port empfangen wird, in eine Tabelle eingetragen und dann dort gespeichert. Zweck ist, dass in einem Mehrportswitch Unicast-Telegramme nur an den entsprechenden Zielport gerichtet werden können. Verbunden damit sind spezielle Aging-Timer, die bei Verbindungsverlust oder langen verkehrslosen Zeiten ein Vergessen und Neulernen der Adressen initiieren.

Auf Grund der festen Zuordnung im internen Switch ist eine solche Funktion nicht notwendig.

1. Einen solchen Filter haben auch die Module mit elektrischer Schnittstelle.
2. In den Ethernetcontrollern sind Filter standardmäßig eingebaut, die aber nur in 64 Gruppen filtern, so dass es zu Überschneidungen kommen kann, insbesondere bei Integration in Fremdanlagen bei Erweiterungen.

4.7 Projektierungshinweise

In den vorangegangenen Kapiteln sind Einzelheiten der Netzwerkstrukturen, interner und externer Switches beschrieben worden. In diesem Kapitel wird der Aufbau und die Besonderheiten von RSTP-Ringstrukturen betrachtet.

Besonderheiten von RSTP

Zusammen mit SIPROTEC-Geräten können Sie Multiport-Switches¹ in verschiedenen Topologien einsetzen. Die maximale Größe eines Ringes ist auf 40 Teilnehmer beschränkt (siehe Abschnitt "Anzahl der Geräte im Ring").

Im Gegensatz zu PRP oder HSR arbeitet RSTP im Fehlerfall nicht unterbrechungsfrei.

Siemens empfiehlt, dass in einer RSTP-Ringstruktur die besondere Rolle des Root Switches immer ein Multiport-Switch übernimmt. Um kreisende Telegramme zu vermeiden, ermittelt der RSTP-Algorithmus einen Teilnehmer im Ring (Alternate), der diesen logisch unterbricht.

Prioritäten

Der RSTP-Algorithmus definiert immer einen Root-Switch anhand der Priorität (eingestellt durch den Parameter Bridge Priority). Siemens empfiehlt, einen Multiport-Switch mit der Priorität 0 zu parametrieren, um sicherzustellen, dass dieser Switch die Rolle des Root-Switches übernimmt. Wenn dieser Switch ausfällt, dann wird ein neuer Root-Switch gesucht und dazu dient die eingestellte Priorität. Aus diesem Grunde empfiehlt Siemens einen weiteren Multiport-Switch des Ringes mit der Priorität 4096 zu parametrieren. Stellen Sie die anderen Multiport-Switches mit Bridge Prioritäten größer 4096 (in der Regel 8192) und kleiner als die Einstellung der SIPROTEC-Geräte (Voreinstellwert = 32768) ein. Damit ist sichergestellt, dass immer die Multiport-Switches zu Root-Switches werden, bevor ein SIPROTEC-Gerät diese Funktion übernimmt.

Anzahl der Geräte im Ring

Die maximale Anzahl von RSTP-Teilnehmern in einem Ring wird durch den Parameter *MaxAge* begrenzt. Den Parameter *MaxAge* können Sie laut IEEE 802.1D-2004 von 6 bis 40 einstellen. Die Distanz (Hop) zum jeweiligen Root-Switch darf zu keiner Zeit größer als der eingestellte Wert sein.

Für einfache RSTP-Ringstrukturen mit SIPROTEC-Geräten gilt die folgende Formel:

$$\text{Anzahl SIPROTEC-Geräte} + \text{Anzahl Multiport-Switches} < \text{MaxAge}$$

Um diese Anzahl zu unterstützen, empfiehlt Siemens die RSTP-Einstellungen wie im Bild 3-7 dargestellt.

Für jedes Gerät muss die Anzahl der Teilnehmer im jeweils kleinsten Ring kleiner als der parametrierte Wert von *MaxAge* sein. Dieser Ring muss auch den Root-Switch und den Backup-Switch beinhalten. In dem folgenden Beispiel (siehe Bild 4-8) ist die Zählweise dargestellt. Für das hervorgehobene Gerät beträgt der Wert = 10.

1. Siemens empfiehlt den Einsatz von RuggedCom-, Hirschmann- und Siemens-Scalance-Switches. Für diese Switches wurden detaillierte Tests durchgeführt

Netzwerk

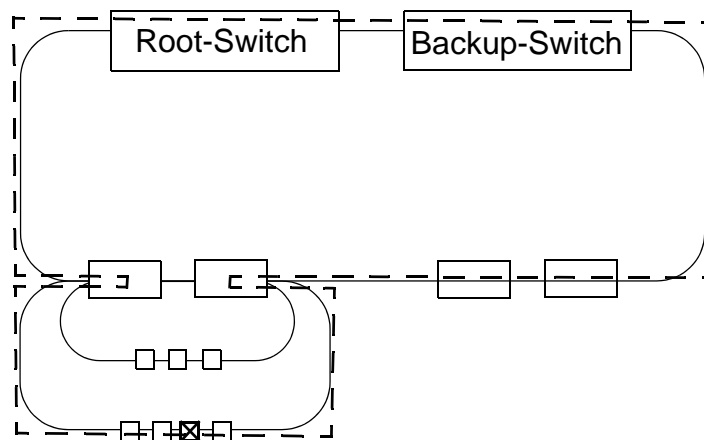


Bild 4-8 Zählweise der Teilnehmer in komplexen RSTP-Ringstrukturen

Einfache Ringstruktur

Eine einfache Struktur besteht aus Multiport-Switches und einem Ring von SIPROTEC-Geräten.

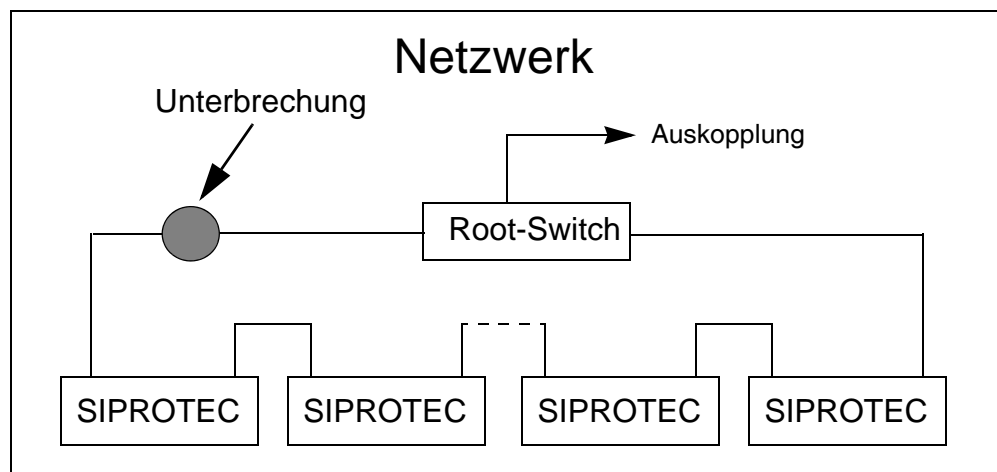


Bild 4-9 Unterbrechung in einfachen Ringstrukturen

Den ungünstigsten Fall einer Unterbrechung in dieser Struktur ist in Bild 4-9 gezeigt. Es entsteht maximal eine Kette, bestehend aus den Multiport-Switches und den Geräten. Diese wird korrekt behandelt, solange die maximale Anzahl von RSTP-Teilnehmern berücksichtigt ist.

Wenn die Ringstruktur an einer anderen Stelle unterbrochen wird, so entsteht immer eine Linie. Der Multiport-Switch sitzt in dieser Linie, die beiden Ketten enthalten dann immer weniger als die maximale Anzahl von RSTP-Teilnehmern.

Wenn der Multiport-Switch ausfällt, so kann von außerhalb, d.h. durch den Multiport-Switch hindurch, nicht mehr mit den SIPROTEC-Geräten kommuniziert werden. Die mit GOOSE realisierte Inter-Gerätekommunikation ist davon nicht betroffen.

Mehrere Ringe an untereinander verbundenen Multiport-Switches

Werden 2 Switches eingesetzt, so sollten sie zusätzlich untereinander verbunden sein, wie in Bild 4-10 gezeigt.

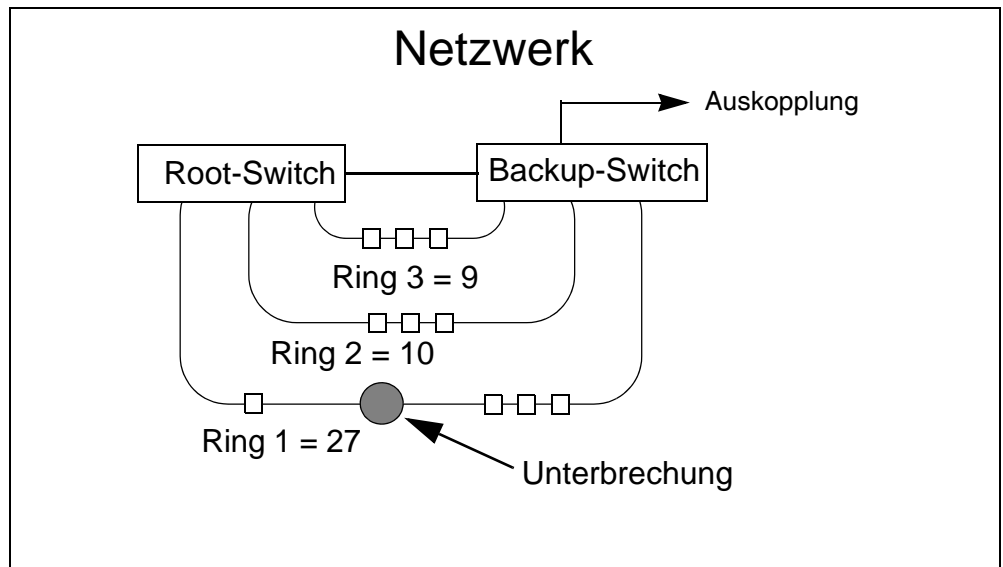


Bild 4-10 Direkt verbundene Switches

Diese Struktur hat den Vorteil, dass bei einer Unterbrechung eines Ringes der Rootswitch direkt über den Backup-Switch erreicht werden kann. Es müssen also nicht noch Geräte eines anderen Ringes mit durchlaufen werden.



Hinweis

Siemens empfiehlt, Multiport-Switches wenn möglich, miteinander zu verbinden.

Zusammenfassung Zusammengefasst kann man Folgendes feststellen:

1. Positionieren Sie den Root-Switch und die Backup-Switches so, dass sich möglichst kleine Ringe ergeben.
2. Der Root-Switch und die Backup-Switches sollen bei Ausfall alle oder möglichst viele Maschen physikalisch auftrennen.
3. Bevorzugen Sie einfache Strukturen. Halten Sie die Verschachtelungstiefe klein.
4. Die Maximalzahl von Geräten in einem RSTP-Ring ergibt sich durch die in diesem Kapitel angegebene Formel. Die Maximalzahl ändert sich auch nicht beim Anschluss mehrere Ringe an einen Multiport-Switch.
5. Wenn 2 Multiport-Switches verwendet werden, dann empfiehlt Siemens, diese mehrfach miteinander zu verbinden.
6. Bei der Verwendung von 2 Multiport-Switches ist die Auskopplung von Informationen redundant, d.h. wenn ein Switch ausfällt sind immer noch alle Informationen verfügbar.
7. Wenn 2 oder mehr Multiport-Switches verwendet werden, dann empfiehlt Siemens, die Ringe immer an 2 verschiedenen Multiport-Switches anzuschließen.
8. Siemens empfiehlt, schließen Sie die Enden von Ringen immer an 2 miteinander verbundenen Multiport-Switches an.

IEC 61850 Konformitätserklärungen

5

Dieses Kapitel beschreibt die Konformität zu IEC 61850. Es wird nicht die komplette Norm beschrieben, sondern nur die Teile dargestellt, in denen eine Wahlmöglichkeit in den Diensten besteht.

5.1	Festlegungen des ISO/OSI-Referenzmodells	5-2
5.2	Festlegung der Kommunikationsdienste gem. Norm (PICS)	5-3
5.3	Protocol Implementation Extra Information for Testing (PIXIT)	5-12
5.4	Model Implementation Conformance Statement (MICS)	5-13

5.1 Festlegungen des ISO/OSI-Referenzmodells

Zur Erreichung eines stabilen Datenaustausches basiert jede Kommunikation auf dem OSI Reference Model (OSI/IEC 7498-1); dem Konzept einer schichtenweisen Kommunikationsfunktion. Nachfolgendes Bild 5-1 zeigt die dort definierten sieben Schichten.

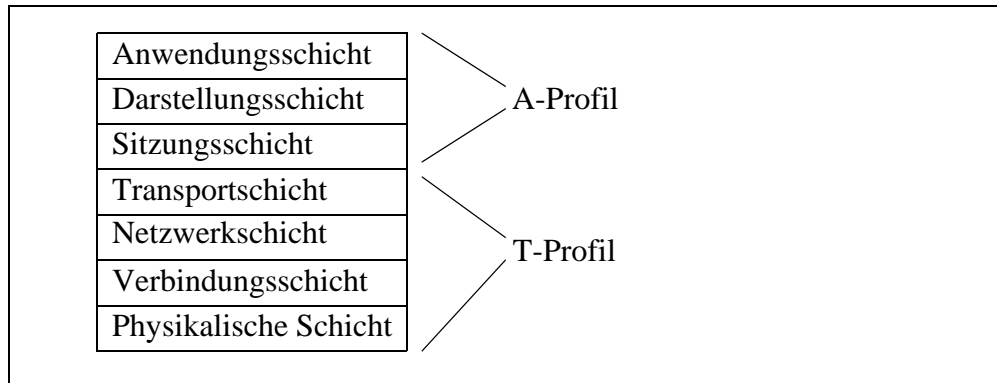


Bild 5-1 OSI-Referenzmodell und Profile

Die Nutzung der ISO-Applikations- (A-Profil) und -Transportprofile (T-Profil) beschreibt die verschiedenen Stackprofile. Ein ISO A-Profil ist ein Satz von Spezifikationen und Vereinbarungen bzgl. der oberen 3 Schichten des OSI-Modells (d.h. Anwendungs-, Darstellungs- und Sitzungsschicht). Das T-Profil ist dementsprechend ein Satz von Spezifikationen und Vereinbarungen bzgl. der unteren 4 Schichten (d.h. Transport-, Netzwerk-, Verbindungs- und physikalischer Schicht).

Verschiedene Kombinationen von A- und T-Profilen können auf verschiedene Art und Weise kombiniert werden und aus dieser Kombination entstehen unterschiedliche Typen von Diensten und Informationen, die ausgetauscht werden können. Die in Part 7-2 der Norm IEC 61850 spezifizierten Dienste sind auf 4 verschiedene Kombinationen der Profile abgebildet. Diese 4 Kombinationen werden verwendet für

- Client/Server Dienste,
- GOOSE/GSE Management-Dienste,
- GSSE-Dienste,
- Zeitsynchronisation und
- Dienste zur Messwertabtastung.

5.2 Festlegung der Kommunikationsdienste gem. Norm (PICS)

Die in den nachfolgenden Abschnitten verwendeten Tabellen entsprechen in ihrer Reihenfolge der Norm IEC 61850, Part 8-1, Kapitel 24.

Die Tabellen verweisen auf den Part 7 der Norm, so dass die entsprechenden Informationen im PICS mit enthalten sein müssen.

In diesem Abschnitt werden die sogen. Conformance Statements beschrieben. Sie sind in der Norm unter dem Begriff Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) zusammengefasst.

Mandatory-Dienste

Es ist zu beachten, dass eine Reihe von Diensten vorgeschrieben ist und diese bei geforderter Normenkonformität realisiert werden müssen. Hier werden nur die gemäß Norm optionalen Dienste und Protokolle genannt, in denen die Freiheit der Implementierung besteht. Eine explizite Darstellung aller notwendigen (mandatory) Dienste erfolgt nicht. Dazu sei auf die Norm verwiesen (IEC 61850, Part 8-1).

Die nachfolgenden Beschreibungen beziehen sich auf die Implementierung in der SIPROTEC 4-Gerätereihe.

Die Inhalte der Tabellen sind die englischen Bezeichnungen und wurden nicht verändert.

5.2.1 Profil-Übereinstimmung

A-Profil Unterstützung

	Profil	Client	Server	Bemerkung
A1	Client/Server	N	Y	–
A2	GOOSE-/GSE-Management	Y	Y	Nur GOOSE, kein GSE-Management
A3	GSSE	N	N	–
A4	Time-Sync	Y	N	Zeitgenauigkeit: 1 ms (Leistungsklasse T1) Zeitliche Auflösung: ca. 0,9 ms

T-Profil Unterstützung

	Profil	Client	Server	Bemerkung
T1	TCP/IP-Profil	N	Y	–
T2	OSI T-Profil	N	N	–
T3	GOOSE/GSE T-Profil	Y	Y	Nur GOOSE, kein GSE
T4	GSSE T-Profil	N	N	–
T5	Time Sync T-Profil	Y	N	–

Ausgehend von diesen Profilen ist auf die Dienste des Parts 7 zu verweisen, inwiefern sie unterstützt werden. Dabei wird nicht mehr zwischen A- und T-Profilen unterschieden, da dort nur noch in Bezug auf die Applikation definiert wird.

**Unterstützte Client/
Server Dienste**

IEC 61850-7-2 Modell	IEC 61850-7-2 Services	realisiert (Y/N)
Server	GetServerDirectory	Y
Association	Associate	Y
	Abort	Y
	Release	Y
Logical Device	GetLogicalDeviceDirectory	Y
Logical Node	GetLogicalNodeDirectory	Y
	GetAllDataValues	Y
Data	GetDataValues	Y
	SetDataValues	Y
	GetDataDirectory	Y
	GetDataDefinition	Y
Data Set	GetDataSetValues	Y
	DataSetValues	N
	CreateDataSet	Y
	DeleteDataSet	Y
	GetDataSetDirectory	Y
Substitution	GetDataValues	N
	SetDataValues	N
Setting Group ControlBlock	SelectActiveSG	Y
	SelectEditSG	N
	SetSGValues	N
	ConfirmEditSGValues	N
	GetSGValues	N
	GetSGCBValues	N
Report Control Block	Report	Y
	GetBRCBValues	N ^{a)} / Y ^{b)}
	SetBRCBValues	N ^{a)} / Y ^{b)}
	GetURCBValues	Y
	SetURCBValues	Y
LOG Control Block	GETLCVBalues	N
	SETLCBValues	N
	GetLogStatusValues	N
	QueryLogByTime	N
	QueryLogAfter	N
GOOSE	GetGoCBValues	Y
	SetGoCBValues	N
GSSE	GetGsCBValues	N
	SetGsCBValues	N

IEC 61850-7-2 Modell	IEC 61850-7-2 Services	realisiert (Y/N)
Control	Select	N
	SelectWithValue	Y
	Cancel	Y
	Operate	Y
	CommandTermination	Y
	TimeActivatedOperate	N
FILE transfer	GetFile	Y
	SetFile	N
	DeleteFile	N
	GetFileAttributeValues	N

a) Bis Version V4 der Modul-Firmware

b) Zusätzlich ab Version V4 der Modul-Firmware

Dienste und Protokolle für Client/Server, A-Profiles

Diese Dienste sind alle als notwendig gekennzeichnet und damit normenkonform implementiert.

Dienste und Protokolle für Client/Server, TCP/IP-Profile

Dienste und Protokolle sind entsprechend der Norm alle zur Verfügung zu stellen. Es besteht keine Wahl in der Implementierung. Entgegen der Normenempfehlung wurde TCP_KEEPALIVE fest auf 3¹ Sekunden eingestellt.

5.2.2 MMS-Konformität

Teile der Dienste des IEC 61850-Protokolls setzen auf dem MMS²-Stack auf. Dieser stellt die entsprechenden MMS-Dienste zur Verfügung. Nachfolgend erfolgt die Darstellung der realisierten MMS-Dienste. Dienste, deren Implementierung nicht unbedingt notwendig sind, werden z.Z. nicht mit dargestellt. Die Normendokumente IEC 61850 geben dazu weiter Auskunft (siehe IEC 61850 Part 8-1).

MMS Initiate request general Parameters

MMS Service Supported CBB	Client-CR		Server-CR	
	realized	Value/Range	realized	Value/Range
status			Y	
getNameList			Y	
identify			Y	
rename			N	
read			Y	
write			Y	

1. Die Norm gestattet die Einstellung von 1 Sekunde bis 20 Sekunden. 3 Sekunden Fest-einstellung wurden gewählt, um ein gleiches Verhalten wie mit T103 zu erreichen
2. MMS. Manufacturing Message Specification, ist im Standard ISO 9506 definiert und wurde für einfache bis komplexe Industrieautomatisierungssysteme definiert.

MMS Service Supported CBB	Client-CR		Server-CR	
	realized	Value/ Range	realized	Value/ Range
getVariableAccessAttributes			Y	
defineNamedVariable			N	
defineScatteredAccess			N	
getScatteredAccessAttributes			N	
deleteVariableAccess			N	
defineNamedVariableList			Y	
getNamedVariableListAttributes			Y	
deleteNamedVariableList			Y	
defineNamedType			N	
getNamedTypeAttributes			N	
deleteNamedType			N	
input			N	
output			N	
takeControl			N	
relinquishControl			N	
defineSemaphore			N	
deleteSemaphore			N	
reportPoolSemaphoreStatus			N	
reportSemaphoreStatus			N	
initiateDownloadSequence			N	
downloadSegment			N	
terminateDownloadSequence			N	
initiateUploadSequence			N	
uploadSegment			N	
terminateUploadSequence			N	
requestDomainDownload			N	
requestDomainUpload			N	
loadDomainContent			N	
storeDomainContent			N	
deleteDomain			N	
getDomainAttributes			Y	
createProgramInvocation			N	
deleteProgramInvocation			N	
start			N	
stop			N	
resume			N	
reset			N	

MMS Service Supported CBB	Client-CR		Server-CR	
	realized	Value/ Range	realized	Value/ Range
kill			N	
getProgramInvocationAttributes			N	
obtainFile			N	
devineEventCondition			N	
deleteEventCondition			N	
getEventConditionAttributes			N	
getEventConditionStatus			N	
getEventConditionMonitoring			N	
triggerEvent			N	
defineEventAction			N	
deleteEventAction			N	
alterEventEnrollment			N	
reportEventEnrollmentstatus			N	
getEventEnrollmentAttributes			N	
acknowledgeEventNotification			N	
getAlarmSummary			N	
getAlarmEnrollmentSummary			N	
readJournal			N	
writeJournal			N	
initializeJournal			N	
reportJournalStatus			N	
createJournal			N	
deleteJournal			N	
fileOpen			Y	
fileRead			Y	
fileClose			Y	
fileRename			N	
fileDelete			N	
fileDirectory			Y	
unsolicitedStatus			N	
informationReport			Y	
eventNotification			N	
attachToEventCondition			N	
attachToSemaphore			N	
conclude			Y	
cancel			Y	
getDataExchangeAttributes			N	

MMS Service Supported CBB	Client-CR		Server-CR	
	realized	Value/ Range	realized	Value/ Range
exchangeData			N	
defineAccessControlList			N	
getAccessControlListAttributes			N	
reportAccessControlledObjects			N	
deleteAccessControlList			N	
alterAccessControl			N	
reconfigureProgramInvocation			N	

MMS Parameter Conformance Building Block (CBB)

MMS Service Supported CBB	Client-CR		Server-CR	
	realized	value/ ranged	realized	value/ range
STR1			Y	
STR2			Y	
VNAM			Y	
VALT			Y	
VADR			Y	
VSCA			N	
TPY			Y	
VLIS			Y	
REAL			N	
CEI			N	

Alternate Access- Selection

AlternateAccessSelection	Client-CR		Server-CR	
	realized	value/ ranged	realized	value/ ranged
accessSelection			N	
component			N	
index			N	
indexRange			N	
allElements			N	
alternateAccess			Y	
selectAccess			N	
component			N	
index			N	
indexRange			N	
allElements			N	

**Variable Access
Conformance
Statement**

VariableAccessSpecification	Client-CR		Server-CR	
	realized	value/ ranged	realized	value/ ranged
listOfVariable			Y	
variableSpecification			Y	
alternateAccess			Y	
variableListName			Y	

**Variable Confor-
mance Statement**

VariableSpecification	Client-RC		Server-CR	
	realized	value/ range	realized	value/ range
name			Y	
address			N	
variableDescription			Y	
scatteredAccessDescription			N	
invalidated			N	

**Read Conformance
Statement**

Read	Client-CR		Server-CR	
	realized	Value/ Range	realized	Value/ Range
Request				
specificationWithResult			Y	
variableAccessSpecification			Y	
Response				
variableAccessSpecification			Y	
listOfAccessResult			Y	

**GetVariableAccess
Attributes Confor-
mance Statement**

GetVariableAccessAttributes	Client-CR		Server-CR	
	realized	Value/ Range	realized	Value/ Range
Request				
name			Y	
address			N	
Response				
mmsDeletable			Y	
address			N	
typeSpecification			Y	

DefineVariableAccessAttributes Conformance Statement

DefineVariableAccessAttributes	Client-CR		Server-CR	
	realized	Value/Range	realized	Value/Range
Request				
variableListName			Y	
listOfVariable			Y	
variableSpecification			Y	
alternateAccess			N	
Response			Y	

GetNamedVariableListAttributes Conformance Statement

GetNamedVariableListAttributes	Client-CR		Server-CR	
	realized	Value/Range	realized	Value/Range
Request				
IObjectName			Y	
Respose				
mmsDeletable			Y	
listOfVariable			Y	
variableSpecification			Y	
alternateAccess			N	

DeleteNamedVariableList Conformance Statement

DeleteNamedVariableList	Client-CR		Server-CR	
	realized	Value/Range	realized	Value/Range
Request				
Scope			Y	
listOfVariableListName			Y	
domainName			Y	
Response				
numberMatched			Y	
numberDeleted			Y	
DeleteNamedVariableList-Error			Y	

GOOSE Conformance Statement

GOOSE	Subscriber	Publisher	Value/Comment
GOOSE Services	Y	Y	
SendGOOSEMessage	Y	Y	
GetGoReference	N	N	
GetGOOSEElementNumber	N	N	
GetGoCBValue	N	N	

GOOSE	Subscriber	Publisher	Value/Comment
SetGoCBValue	N	N	
GSENotSupported	N	N	
GOOSE Control Block	N	Y	ReadOnly

5.3 Protocol Implementation Extra Information for Testing (PIXIT)

Die Zusatzinformationen der Protokollimplementierungen, die die zusätzlichen Informationen für Tests enthalten, sind in einem zusätzlichen, gerätetypabhängigen Dokument enthalten. Diese Beschreibung wird im INTERNET unter www.siprotec.de bzw. www.siprotec.com spezifisch für jedes Gerät als PDF-Datei zur Verfügung gestellt. Dort finden Sie Beschreibungen für die Edition 1 und Edition 2.

5.4 Model Implementation Conformance Statement (MICS)

Inhalt des Statements

Dieses Statement enthält die Beschreibung aller Objekte, die durch ein Gerät bereitgestellt werden und ist insbesondere von Wichtigkeit, wenn Geräte an zentrale Systeme angeschlossen werden, die über die durch das Gerät bereitgestellten Objekte bestimmte Applikationen mit Daten versorgen.

Dieses Dokument ist bei SIPROTEC 4 sowohl vom Gerätetyp als auch von den definierten Benutzerobjekten abhängig und kann damit nicht fest im Handbuch hinterlegt werden. Es wird aus diesem Grunde aus DIGSI heraus erzeugt.

Erzeugung in DIGSI

Die Erzeugung selbst wird in der Gerätebearbeitung über die Menüeinträge *Datei* → *Export* → *IEC61850-Systemschnittstelle für Dokumentation (PDF)* angewählt. In dem sich öffnenden Dialog wird ein gerätebezogener, editierbarer Dateiname angegeben unter dem das zu erzeugende MICS-Dokument abgelegt wird.

Das Dokument wird mit einer entsprechenden Versions- und Gerätetypangabe erzeugt. Dargestellt sind die Zuordnungslisten SIPROTEC 4 zu IEC 61850 und umgekehrt. Das Ganze wird in einem verlinkten Inhaltsverzeichnis gezeigt. Das MICS ist eine lesbare Form des aktuellen Mapping eines Gerätes auf IEC 61850.

Zusätzlich zum MICS wird ein ICD-File (XML-Datei) erzeugt, die das Mapping eines Gerätes beschreibt. Dieses ICD-File wird vom Systemkonfigurator verwendet bzw. lässt sich in Systemkonfiguratoren anderer Hersteller importieren, um diese Geräte entsprechend in die Kommunikation einbinden zu können.

Parametrierung

Der Inhalt dieses Kapitels ist die Parametrierung der Module. Es wird von den Grundlagen der modulbezogenen Geräteparametrierung die Parametrierung in DIGSI und im Systemkonfigurator beschrieben, ohne in die Tiefe zu gehen.

Für weitergehende Erläuterungen sind die DIGSI-Handbücher und die in DIGSI verfügbaren Online-Hilfen, insbesondere die des Systemkonfigurators heranzuziehen, die sehr detaillierte Informationen bereitstellt.

6.1	Ausgangspunkte der Parametrierung	6-2
6.2	Parametrierung mittels DIGSI	6-4
6.3	Parametrierung im Systemkonfigurator	6-6
6.4	Kommunikation mit dem IEC 61850 Client	6-7

6.1 Ausgangspunkte der Parametrierung

Die IEC 61850-Module sind mit speziellen Informationen zur Parametrierung zu versorgen. Diese Informationen sind im Parametersatz des Gerätes hinterlegt und werden dem Modul zur Verfügung gestellt.

Ablage des Parametersatzes

Der Parametersatz innerhalb des Gerätes ist in 2 Teilen abgelegt. Im Gegensatz zu anderen Zusatzprotokollen erfolgt die Ablage der Modulparameter nur auf dem Modul. Ein Verweis zur Konsistenzprüfung ist im Geräteparametersatz, der im Gerät gespeichert ist, enthalten.

Im Anlauf des Gerätes wird bei den IEC 61850-Modulen zunächst der Parametersatz des Gerätes aktiviert und anschließend das Modul gestartet. Im Anlauf des Moduls kommt es zur Konsistenzprüfung. Wird diese erfolgreich absolviert, wird das Modul richtig gestartet und stellt die Schnittstelle bereit.

Informationen im Parametersatz

Im Parametersatz sind umfangreiche Informationen abgelegt, wie die einzelnen Objekte der SIPROTEC 4-Geräte auf die Objekte des IEC 61850-Protokolls gemappt werden müssen. Mit diesem Mapping hat der Benutzer nichts zu tun, es ist für ihn transparent und nicht veränderlich. Allerdings sind Geräte unterschiedlichen Funktionsumfangs und Typs mit einem voneinander abweichenden Mapping ausgerüstet.

Die zweite große Gruppe von Parametern betrifft die von DIGSI bereitzustellenden Einstellungen. Sie werden im Zusammenhang mit dem Parametrierblock 'Zusatzprotokolle' getätigt.

Eine weitere Gruppe von Parametern betrifft die direkt vom Gerät veränderbaren Einstellungen. Diese sind nicht im Parametersatz hinterlegt, sondern dem internen, nichtflüchtigen Gerätespeicher entnommen, sofern sie nicht im Parametersatz hinterlegt sind. Diese Parameter müssen aber am Gerät nicht eingestellt werden, da sie im Parametersatz i.d.R. enthalten sind und im Speicher des Gerätes automatisch abgelegt werden.

Netzwerk-Parametrierung

Dieser Block von Parametern beschreibt Einstellungen, die das gesamte IEC 61850-Netzwerk innerhalb einer Schaltanlage betreffen. Diese Einstellungen sind insbesondere relevant für die Parametrierung von Datenquerverkehr mittels GOOSE. Die Parameter selbst bleiben dem Benutzer verborgen. Die Parametrierung des Netzwerkes erfolgt mit dem Systemkonfigurator, dessen Online-Hilfe für weiterführende Informationen herangezogen werden kann.

IEC-Objekt-Beschreibung mittels ICD-Datei

Das Protokoll IEC 61850 stellt nach außen die entsprechenden Objekte der SIPROTEC 4-Geräte dar. Diese Objekte sind gemäß Norm in einer sog. ICD-Datei enthalten. Diese Datei ist im Parametriersystem DIGSI enthalten und unbedingt notwendig, um Geräte in ein Netzwerk integrieren zu können. Gleiches trifft für Geräte anderer Hersteller zu. Auch für diese muss eine solche Beschreibung als ICD-Datei vorhanden sein, wenn sie in ein Netzwerk eingebunden werden sollen. ICD-Dateien können durch DIGSI importiert und exportiert werden, was für die Integration von Geräten fremder Hersteller und von SIPROTEC 4 Geräten in fremde Netzwerke notwendig ist.

Stations-Beschreibung mittels SCD-Datei

Eine komplette Station wird durch mehrere Geräte gebildet. Darin kann auch ein Zentralgerät enthalten sein. Diese Komponenten haben untereinander verschiedene Kommunikationsbeziehungen, die parametrieren müssen. Die Beschreibung aller Geräte, deren Einstellungen und der Beziehungen untereinander sind in der Stationsbeschreibungsdatei zusammengefasst. Die Datei selbst wird mit dem System-

konfigurator erstellt oder bearbeitet. Der Systemkonfigurator wird vom Anlagenmanager von DIGSI aus gestartet und ist in das Parametriersystem DIGSI integriert. SCD-Dateien können dort auch importiert und exportiert werden.

**Geräte-
Parametrierung**

Die Parametrierung einer kompletten Stationsleittechnik umfasst mehrere Schritte. In einem 1. Schritt werden die Geräte mit DIGSI parametrieren, wie es von Geräten ohne Schnittstelle bzw. den 'traditionellen' Protokollen her bekannt ist. Diese Parametrierung umfasst die Parametrierung der Schutzparameter und die Rangierung der Meldung auf der System-Schnittstelle. Gleichfalls die Parametrierung der Logikbaustein-Pläne erfolgt hier. Am Ende dieses Schrittes steht ein komplett parametrieres Schutzgerät zur Verfügung.

**Stations-
Parametrierung**

Die Stationsparametrierung erfolgt erst nach der Parametrierung des Gerätes. Dazu wird ein sogen. Systemkonfigurator verwendet. Dieser ist im Parametriersystem DIGSI enthalten.

Im Rahmen der Stationsparametrierung werden die ICD-Dateien der einzelnen Geräte importiert und mit den darin enthaltenen Informationen die gesamte Anlage zusammengestellt. Die Verteilung der IP- und Multicastadressen sowie Netzwerkmasken ist eine Aufgabe des Systemkonfigurators. Eine weitere ist die Herstellung bzw. Parametrierung der geräteübergreifenden Kommunikation d.h. die Verbindung von Objekten eines Gerätes mit denen anderer Geräte. Damit werden direkte Informationsflüsse zwischen den Geräten definiert und verschaltet.

Erst nach dem Abschluss der Stations-Parametrierung erfolgt eine Erzeugung der Parametersätze für die einzelnen Geräte. In diesen sind jetzt auch die Verbindungen zu anderen Geräten im Netzwerk enthalten und erst dann wird die gesamte Anlage voll funktionsfähig sein. Die anlagenweiten Parametrierinformationen können in einem SCD-File exportiert werden.

6.2 Parametrierung mittels DIGSI

Mit dem Parametriersystem DIGSI erfolgt die Geräteparametrierung der SIPROTEC 4-Geräte. Zusätzlich ist in DIGSI ein Systemkonfigurator integriert, der es gestattet, die das Netzwerk betreffenden Einstellungen durchzuführen.

Arbeiten im DIGSI-Anlagenmanager	Hier werden die Geräte einer Anlage entsprechend dem Projekt eingefügt. Beim Einfügen eines Gerätes aus dem Gerätekatalog muss das Gerät entsprechend seines Bestellschlüssels konfiguriert werden. Es ist u.a. auch die Ethernet-Schnittstelle auszuwählen.
Eigenschaftsdialog	Diese Einstellungen erfolgen in dem zu öffnenden Eigenschaftsdialog. Darin kann über <i>Systemschnittstelle</i> → <i>weitere Protokolle</i> → <i>Erweitert</i> die IEC 61850-Schnittstelle aktiviert werden. Dort sind auch Einstellungen bzgl. der IP-Adresse, Subnetzmaske etc. möglich. Diese Einstellungen bleiben solange gültig, bis sie durch Arbeiten mit dem Systemkonfigurator überschrieben werden.
Rangiermatrix	Das Gerät wird jetzt geöffnet und im Parameterdialog weitergearbeitet. Es wird die Rangiermatrix je nach den Gegebenheiten angepasst. Hier sind die IEC 61850-Objekte entsprechend auf die internen Objekte schon dem Gerätetyp entsprechend verbunden. Die IEC 61850-Objekte können über den Eigenschaftsdialog verändert werden. Änderbar sind Suffix und Präfix. Zu beachten ist, dass dabei die System-Schnittstelle Ziel sein kann, wenn die Geräteobjekte in Melderichtung auf die IEC 61850-Objekte abgebildet werden. In Befehlsrichtung werden IEC 61850-Objekte auf die internen Geräteobjekte abgebildet.
Messwertschwelle	Die Messwertschwelle wird verwendet, um zu entscheiden, ob eine Datenänderung des Messwerts neu zum Client übertragen oder über GOOSE versandt werden muss. Die Parametrierung der Messwertschwellen data attribute db - deadBand - gemäß IEC 61850 kann ab DIGSI 4.8 mit Service Pack 2 durchgeführt werden.
Objektkennung	Alle SIPROTEC-Objekte (z.B. Meldungen, Befehle, Messwerte usw.) lassen sich eins zu eins auf das normkonforme Objekt GGIO abbilden. Damit stehen dem Benutzer prinzipiell alle SIPROTEC-Informationen zur Verfügung, auch solche, die nicht auf logische Knoten abgebildet wurden. Durch die Anzeige der SIPROTEC-Texte und der ihnen zugeordneten Normtexte im Systemkonfigurator lassen sich diese Objekte eindeutig identifizieren und können von einer Leittechnik ausgewertet werden. Damit stehen alle Objekte eines Gerätes zur Verfügung u.a. auch solche, die in der Norm nicht definiert wurden, die der Benutzer bei SIPROTEC 4 bisher aber schon verwendet hat. Damit ergeben sich für den Anwender hinsichtlich der Funktionen durch IEC 61850 keine Nachteile zu bisherigen Parametrierungen für die Leittechnik (z.B. IEC 60870-5-103 und PROFIBUS FMS).
IEC 61850 Edition	Die Einstellung der IEC 61850 Edition ist im Kapitel 3.2 beschrieben. Durch die Aktivierung wird das IEC 61850-Modul eines SIPROTEC 4-Gerätes so angepasst, dass es entweder zu Edition 1 oder zu Edition 2 konform ist. Die aus dem Modul exportierten Beschreibungsdaten ICD und SCD sind mit der gewählten Edition konform.

Zeitsynchronisation

Die Zeitsynchronisation wird in einem eigenen Dialog eingestellt. Der Dialog ist erweitert um den Eintrag Ethernet NTP. Seine Auswahl aktiviert die Zeitsynchronisation über einen im Netzwerk befindlichen Zeit-Server.

Mit dieser Auswahl verbunden sind weitere Einstellmöglichkeiten für Zeitzonen sowie Sommer- und Standardzeit. Die Einstellungen müssen entsprechend erfolgen, um eine korrekte Zeitführung in den Geräten zu aktivieren.

Anlegen einer IEC 61850-Station

Die Geräte sind wie o.g. entsprechend angelegt und auch in ihren Eigenschaften eingestellt, so dass sie den Bedingungen für den Einsatz in einem Netzwerk genügen. Als abschließender Schritt ist nun im Eigenschaftsdialog eine IEC 61850-Station zu erzeugen. Im Verlaufe der Erzeugung können nun die einzelnen SIPROTEC 4-Geräte der Station zugeordnet werden. Mit dem Abschluss dieser Arbeiten steht zunächst die Station in ihrer Struktur zur Verfügung. Die nachfolgenden Arbeiten zur Parametrierung der Station sind mit Hilfe des Systemkonfigurators zu erledigen

6.3 Parametrierung im Systemkonfigurator

Die Parametrierung mit dem Systemkonfigurator ist Inhalt dieses Kapitels. Es wird nicht der Systemkonfigurator beschrieben, sondern nur die für die Parametrierung wesentlichen Einstellungen, die dort erfolgen müssen.

Systemkonfigurator öffnen	Der Systemkonfigurator wird direkt aus dem DIGSI-Anlagenmanager durch Doppelklick auf das Symbol der IEC 61850-Station geöffnet. Es werden standardmäßig die Netzwerkeinstellungen aufgeblendet.
Netzwerkeinstellungen	<p>Das Netzwerk ist als Baum dargestellt. Die Wurzel bildet die Station, in der Subnetze angeordnet sind, die dann die einzelnen Geräte enthalten.</p> <p>Station, Geräten und den Subnetzen können jeweils ein Kommentar und eine Beschreibung frei wählbar zugeordnet werden.</p>
Subnetze	<p>Subnetze können in ihrer Startadresse, Subnetzmaske und Standardgateway eingestellt werden. Zusätzlich dazu werden noch die Baud-Rate des Netzes und Art des Netzes dargestellt. Deren Änderung ist nicht notwendig.</p> <p>Die Startadresse hat nur für die automatische Vergabe der Netzwerkadressen der Geräte Bedeutung. In diesem Falle werden Adressen erst ab dieser Adresse den Geräten zugeteilt.</p>
Geräteeinstellungen	Die Geräte können wie die Subnetze ausgewählt und eingestellt werden. Der sich öffnende Einstelldialog zeigt zunächst die Geräteeigenschaften an. Neben dem frei vergebaren Namen sind noch Gerätetyp, Geräteversion und Hersteller des Gerätes sichtbar. Außerdem wird die Fähigkeit zur Querkommunikation, zum Routing und zur Zeitgeberfunktion angezeigt. Die einstellbaren Werte umfassen nur die IP-Adresse
Einstellung der Rangierung	<p>Die Einstellung der Rangierung ist ein wesentliches Feature des Systemkonfigurators. Im Gegensatz zur Rangiermatrix im DIGSI-Gerätmanager, die eine Zuordnung interner Geräteobjekte auf die IEC 61850-Objekte/Systemschnittstelle gestattet, werden in der Rangierung im Systemkonfigurator die verteilten Applikationen miteinander verbunden. Erst damit ist es möglich, dass die Geräte direkt untereinander kommunizieren. Die Rangierung hat einen eigenen Einstelldialog, der alle enthaltenen Geräte auflistet.</p> <p>Die Rangierung selbst erfolgt durch die Definition einer Applikation, die Auswahl der Geräte und deren Objekte, die miteinander kommunizieren.</p>
Speicher- verwaltung	Der für 'Buffered Reports' verwendete Speicher des Kommunikationsmoduls ist physikalisch begrenzt. Standardmäßig wird jedem Report Control Block die gleiche Menge an Speicherkapazität für die Pufferung der Reports zur Verfügung gestellt. Der Benutzer kann jedoch die Aufteilung des Speichers dialoggesteuert über den Systemkonfigurator parametrieren. Diese Funktion steht ab DIGSI 4.81 im Systemkonfigurator zur Verfügung.

6.4 Kommunikation mit dem IEC 61850 Client

Mittels Reports werden Daten vom Server (z.B. SIPROTEC 4-Gerät) zum Client (z.B. SICAM PAS) übertragen. Der Client abonniert sich die Daten aus dem Server, der diese in einem Report zur Verfügung stellt.

Man unterscheidet zwischen statischen Reports, die im Systemkonfigurator von DIGSI angelegt werden und zwischen dynamischen Reports, die der Client zur Laufzeit im Server erzeugt.

Statische Reports werden meist im Zusammenspiel mit Fremdclients benötigt. Der Nachteil ist, dass sie statisch im Systemkonfigurator erzeugt werden und sich jeweils nur durch Umparametrieren des Gerätes ändern lassen. SICAM PAS verwendet gegenüber SIPROTEC den Mechanismus des dynamischen Reports. Sie lassen sich jederzeit ohne Umparametrierung des Gerätes vom Client aus ändern.

6.4.1 Übersicht

Die Reportfunktion, d.h. die Funktion, die die Daten an den Client liefert, setzt sich aus 3 Komponenten zusammen. Das sind einerseits die DATA_SET(s), die eine Liste von Datenelementen definieren. Die realen Daten selbst (Spannungen, Ströme etc.) werden durch einen sogen. Ereignismonitor überwacht. Dieser stellt eine Funktionalität bereit, die die Datenwerte nach bestimmten Kriterien (z.B. Grenzwerte, Schwellwerte, ...) überwacht. Die Kriterien selbst werden aus den Attributen der Reportfunktion gebildet. Die Ausführung dieser Funktion liefert die Entscheidung zur Generierung einer Nachricht, die über entsprechende Kanäle geliefert wird. Diese Nachricht liefert die Daten an den Client. Die Nachricht selbst, d.h. der Report beinhaltet neben den eigentlichen Datenwerten, auch die Ursache, die zur Übertragung geführt hat.



Hinweis

Der Inhalt der Ereignisbenachrichtigung wird von einer Kombination von I/O-Scan und Ereignismonitoring bestimmt. Dies sind begrifflich 2 asynchrone Prozesse. Deshalb ist die Anzahl von in eine einzelne Benachrichtigung einbezogenen Datenwerten eine lokale Angelegenheit.

Die Anzahl von Datenwerten innerhalb einer Benachrichtigung wird durch Parametrierung festgelegt und ist durch lokale Implementierungsgegebenheiten endlich. Zu einem Ereignis können mehrere Datenelemente gehören. Das Ereignis selbst ist durch die Entry-ID und TimeOfEntry eindeutig im Gerät gekennzeichnet.

Ein Client kann jederzeit eine allgemeine Abfrage initiieren um Ereignisse aus der Vergangenheit erneut (noch einmal) vom Server gesendet zu bekommen. Die Anzahl der erneut lesbaren Ereignisse aus der Vergangenheit ist durch die Größe des Gerätespeichers und der Parametrierung begrenzt. Mit dieser Funktion können Clients ihre Datenbank mit Ereignissen aktualisieren, die während einer unterbrochenen Verbindung aufgetreten sind.

RCB

Der Report Control Block (RCB) stellt die Logistik bereit, die notwendig ist, um Datenwerte von einem oder mehreren Logical Nodes an einen Client spontan zu übermitteln.

Die Instanzen der Report-Steuerung werden zum Konfigurationszeitpunkt auf dem Server entsprechend eingestellt. Ein Server beschränkt den Zugang zur Instanz einer Report-Steuerung auf einen Client. Dieser Client „besitzt“ diese Instanz exklusiv und erhält Reports ausschließlich von dieser Instanz der Report-Steuerung.

Es gibt 2 definierte Klassen der Report-Steuerung, jede mit einem leicht anderen Verhalten.

BRCB

BUFFERED REPORT CONTROL BLOCK (BRCB) - interne Ereignisse (verursacht von den Trigger-Optionen „Datenänderung“, „Qualitätsänderung“ und „Datenaktualisierung“) puffern die Ereignisse (bis zu einem gewissen praktischen Limit) und veranlassen ggf. das unmittelbare Senden von Reports, so dass die Werte von DATA nicht durch Datenfluss-Steuerungsbeschränkungen oder Verbindungsverlust verloren gehen können. BRCB bedient die SOE-Funktionalität (SOE = sequence-of-events).

URCB

UNBUFFERED REPORT CONTROL BLOCK (URCB) - interne Ereignisse (verursacht von den Trigger-Optionen „Datenänderung“, „Qualitätsänderung“ und „Datenaktualisierung“) veranlassen das unmittelbare Senden von Reports auf Basis des „optimalen Aufwands“. Wenn keine Zuordnung existiert oder wenn der Datenfluss nicht schnell genug ist, um dies zu unterstützen, können Ereignisse verloren gehen.

Um mehreren Clients den Zugriff auf dieselben Werte von DATA zu erlauben, sind mehrere Instanzen der Report-Steuerungsklassen verfügbar.

Report Control Block-Instanzen werden über Namen angesprochen. Diese Namen müssen innerhalb des Bereichs eines logischen Knotens eindeutig sein. Die Anzahl von Instanzen, die für einen bestimmten Client sichtbar sein können, ist eine lokale Implementierungsangelegenheit und muss in der gelieferten Konfiguration (z.B. SCL) passend reflektiert werden. Ist ein Report Control Block einmal reserviert, hat kein anderer Client Zugriffsrechte zum Setzen der Steuerungsblock-Parameter.

Gepufferte Report Control Blocks werden normalerweise konfiguriert, um von einem bestimmten Client verwendet zu werden, der eine wohldefinierte Funktionalität (z.B. einen SCADA Master) bereitstellt. Der Client kennt die Objektreferenz des BRCBs entweder durch Konfiguration oder durch die Verwendung einer Namenskonvention.

6.4.2 Statische Parametrierung des IEC 61850 Buffered Report-Modells

6.4.2.1 SCL Report Control

Die statischen SCL Report Controls können mit dem IEC 61850-Systemkonfigurator parametrierbar werden. Sie sind vorinitialisiert. Sinn dieser Vorinitialisierung ist es, die Parametrierung zu vereinfachen. Mittels jener Werte werden die Instanzen von RRCB initialisiert. Weiterhin wird für jeden Report Control Block der Prozentsatz der erlaubten Speichernutzung für die Einträge zugeordnet. Diese Zuordnung ist mit dem Systemkonfigurator ab DIGSI 4.81 änderbar.

6.4.2.2 SCD-Parametrierung

Parametrierung des Standard-Report Control Blocks

Der Systemkonfigurator kann jedes SCL-Attribut ändern, mit Ausnahme der Attribute „Name“, „Buffered“ und „max“ in RptEnabled. Das Attribut „max“ in RptEnabled ist per Defaultwert auf 1 eingestellt. Damit kann jeder RCB nur von 1 Client reserviert werden. Die aktive Konfiguration wird in den EN100-Parametersatz kompiliert.

Es gibt die Parametrierungsmöglichkeiten mit oder ohne Zuordnung zu einem Client-LN.

1. Parametrierung ohne Zuordnung: Es wird kein Client-LN geliefert. Der Report Control Block ist im Objektverzeichnis des EN100 allgemein verfügbar.
2. Parametrierung mit Zuordnung: Es wird ein Client-LN geliefert. Der Report Control Block ist im Objektverzeichnis verfügbar, aber ist für den in der SCD-Datei definierten Besitzer reserviert.

Die aktuelle Reservierung eines Report Control Blocks im IED kann über das erweiterte Besitzer-Attribut des Report Control Blocks überwacht werden.

Erweiterte Parametrierung des Report Control Blocks

Der für die Pufferung von Einträgen verwendete Speicher des Kommunikationsmoduls ist begrenzt. Für eine Optimierung der Speicherzuweisung ist eine Erweiterung der Standardparametrierung für jeden einzelnen Report Control Block notwendig.

Wenn keine Erweiterung vorgenommen wurde, besteht für das Modul die einzige Möglichkeit, für jeden Report Control Block gleich große Speichersegmente für die Pufferung zu reservieren. Die Parametrierung des Report Control Blocks hat z.B. zur Folge, dass das Setzen der Integritätsperiode zum periodischen Puffern der Einträge führt. Das Aufteilen der Speicherbereiche kann der Benutzer dialoggeführt über den Systemkonfigurator vornehmen.

6.4.3 Dynamische Parametrierung des IEC 61850 Buffered Report-Modells

6.4.3.1 Dynamische Reservierung eines nicht zugeordneten Report Control Blocks

Die Reservierung eines nicht zugeordneten Report Control Blocks erfolgt über einen MMS-Schreibzugriff auf die Attribute ResvTms und/oder RptEna (im Falle eines dynamischen Report Control Blocks muss zuerst ResvTms beschrieben werden, um den RCB zu reservieren).

Sollte der MMS-Schreibzugriff fehlschlagen, bleibt der RCB trotzdem reserviert. Im Falle des Verbindungsverlustes zum Client behält der RCB seine Konfigurationsparameter. Der Besitzer wird jedoch nach Ablauf der in ResvTms voreingestellten Zeit gelöscht. Die Pufferung wird fortgesetzt und der Client kann seine Eigentümerschaft am RCB nach Neuaufnahme der Verbindung wiederherstellen, falls zu diesem Zeitpunkt ResvTms = 0 ist. Diese Wiederherstellung erfolgt automatisch, wenn zum Zeitpunkt der Neuaufnahme der Verbindung ResvTms > 0 ist. Diese Implementierung garantiert z.B. das Deaktivieren oder Konfigurieren eines dynamischen RCBs von unterschiedlichen Wartungs-PCs.

6.4.3.2 Dynamische Parametrierung

Der dynamische RCB wurde in der freigegebenen 1. Edition des IEC 61850-Standards hinzugefügt und stellt eine Erweiterung der RCB-Parametrierung innerhalb des SICAM PAS Konfigurators dar (vergleichbar mit der ungepufferten RCB-Parametrierung innerhalb der SICAM PAS).

Es gibt 2 RCBs für jedes LLN0. Die RCBs, die nicht statisch parametriert wurden (siehe SCD-Parametrierung), werden weiterhin im Objektverzeichnis instantiiert. Sie können für einen Client über die dynamische Reservierung eines besitzerlosen RCBs reserviert werden.

Die Aktivierung eines gepufferten RCBs kann nur erfolgen, nachdem mindestens die Attribute ResvTms und DatSet (optional: RptID, BufTm, OptFlds, TrgOps, IntgPd, EntryID, TimeofEntry) erfolgreich vom besitzenden Client gesetzt wurden. Nach der Trennung eines Clients werden die Attribute nicht verändert, nur die Besitzverhältnisse des RCBs gehen (nach Ablauf des ResvTms-Timers) verloren.

6.4.4 IEC 61850-Puffermechanismus

6.4.4.1 Statusübergänge des gepufferten Report Control Blocks

Auch wenn die Zuordnung zu einem Client verloren gegangen ist, puffert der BRCB weiterhin interne Ereignisse. Nachdem der Client eine neue Zuordnung etabliert hat, setzt er das Erlaubnis-Attribut zum Übertragen des Report-Telegramms.



Hinweis

Bitte beachten Sie, dass das Puffern von Ereignissen nicht gestoppt werden kann. Lediglich die Übertragung zum Client kann unterbrochen oder deaktiviert werden. Die während einer Verbindung oder Trennung vom Client gespeicherten gepufferten Ereignisse können jederzeit wieder ausgelesen werden.

6.4.4.2 Unterschiede zwischen dem ungepufferten und gepufferten Report-Modell in der IEC 61850

Die Unterschiede zwischen beiden Modellen sind:

1. Das Report-Format; das gepufferte Report-Format enthält EntryID, TimeofEntry und BufferOverflow. Diese sind nicht Bestandteil des ungepufferten Report-Formats. Das Attribut EntryID ist ein beliebiger Oktett-String. Jedes gepufferte Report-Telegramm besitzt eine unterschiedliche EntryID.
2. Bei Aktivierung des RCBs und aktiver Zuordnung (Verbindung Server-Client) wird der gepufferte Report an den Client mit derselben Strategie wie der ungepufferte Report gesandt. Jedoch wird die Ereignisbenachrichtigung einem Eintrag und somit einer EntryID zugeordnet (die wiederum andere Benachrichtigungen enthalten kann) und wird auch in einem Puffer gespeichert, der zu einem späteren Zeitpunkt auslesbar ist. Zum Zeitpunkt der Erzeugung wird das Attribut TimeofEntry dem Eintrag zugeordnet.
3. Wenn der RCB deaktiviert ist, ist die Zuordnung (Verbindung Server-Client) inaktiv (Verbindungsverlust oder kein Eigentum an einem RCB), oder das Senden des Reports wurde durch eine Client-Anforderung deaktiviert. Dann wird die Ereignisbenachrichtigung einem Eintrag und somit einer EntryID zugeordnet (die wiederum andere Benachrichtigungen enthalten kann) und wird auch in einem Puffer gespeichert, der zu einem späteren Zeitpunkt auslesbar ist. Zum Zeitpunkt der Erzeugung wird das Attribut TimeofEntry dem Eintrag zugeordnet. Solange die Zuordnung inaktiv ist, zeichnet der Server das Telegramm auf, das gesendet werden würde, wenn der Bericht aktiviert wäre, um EntryID und TimeofEntry korrekt zu setzen.

6.4.5 Speicherverwaltung

Jedes Report-Handle besitzt einen eigenen Puffer-Partition-Pool, aus dem es sich ausreichend Speicher für die Pufferung seiner Einträge zuteilen kann.

Jedes Report-Handle besitzt eine verlinkte Liste seiner Einträge. Steht kein Speicher aus dem Puffer-Partition-Pool zur Verfügung, wird der jeweils älteste Eintrag freigegeben, solange der neueste Eintrag nicht gespeichert werden kann.

6.4.6 Timing-Strategie - Ablaufsteuerung

Trigger zum Senden eines gepufferten Reports sind: Änderungs-/ Aktualisierungsbenachrichtigungen, Integritäts-Scans, allgemeine Abfragen oder Antworten auf den Client, der das EntryID setzt.

Es gibt eine Zeitablauf-Strategie für das Senden von Reports. Ohne eine derartige Strategie könnte es zu einem Verbindungsverlust mit dem Client kommen, abhängig von der Anzahl der gesendeten Einträge, da jeder einzelne Eintrag zur Auslösung eines Report-Telegramms führt.

Es wird ein erweitertes Attribut im Report Control Block hinzugefügt: maxOutReports erlaubt ein proprietäres Handshake mit dem Client. Der Standardwert für dieses Attribut ist 1 (äquivalent zur Sekunde 1). Der Client kann dieses Attribut ändern und die Anzahl der dem Client zugesandten Reports kann damit in der Geschwindigkeit angepasst werden, um die Telegramme zu verarbeiten und neue anzufordern.

6.4.7 Eliminieren der Einträge

Das Eliminieren der Einträge des BRCBs geschieht entweder über eine entsprechende Client-Anforderung oder wird ausgelöst, wenn der Wert einer der folgenden Konfigurationsattribute geändert wird:

RptID, TrgOps, DatSet, BufTm und IntgPd.

Zusatzinformationen

7

Dieses Kapitel beschreibt Besonderheiten der SIPROTEC 4-Geräte, die mit der Implementierung von IEC 61850 oder dem Ethernet-Modul zusammenhängen.

7.1	Zeitsynchronisation	7-2
7.2	Schaltbefehle	7-9
7.3	GOOSE-Stop	7-10
7.4	Modulinformationsseite	7-12
7.5	SNMP-Informationen	7-16
7.6	Firmware-Update in SIPROTEC 4-Geräten und Ethernet-Switches	7-23

7.1 Zeitsynchronisation

SIPROTEC 4-Geräte haben verschiedenste Möglichkeiten ihre interne Uhr zu synchronisieren. Die nachstehenden Ausführungen gelten für Geräte, die mit Ethernet-Schnittstelle und IEC 61850 Protokoll ausgerüstet sind. Diese Geräteeigenschaft erweitert den Dialog für die Zeiteinstellung in DIGSI um die Einstellung der Sommer- und Standardzeit. Der Benutzer muss dazu Ethernet NTP wählen. Voraussetzung ist, dass über das Stationsnetzwerk ein oder 2 SNTP-Server für die Zeitsynchronisation zur Verfügung stehen. Bild 3-4 zeigt den Einstelldialog in DIGSI.

Redundanter Uhrzeitserver

Die Software des EN100-Moduls unterstützt (ab Version V3.09) einen 2., sekundären Uhrzeitserver als Redundanz. Die Abfrage beider Server erfolgt zyklisch im Minuten-takt. Synchronisiert wird im Normalfall auf den 1. (primären) Uhrzeitserver. Erfüllt die Abfrage des primären Servers nicht die Kriterien für eine erfolgreiche Zeitsynchronisation, wird auf den sekundären Server umgeschaltet. Sollte auch auf den redundanten Server nicht synchronisiert werden können, setzt das Gerät nach einer parametrierbaren Verzögerungszeit die Meldung „Uhrzeitstörung“ ab.

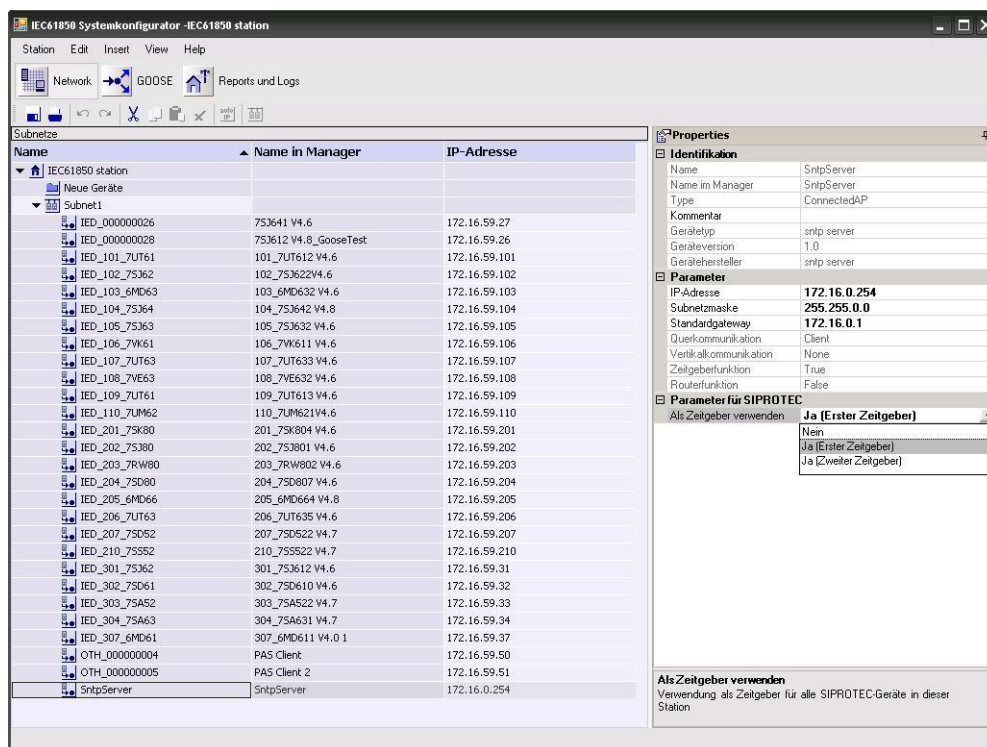


Bild 7-1 Einstellungen der Zeitsynchronisation

IP-Adresse des Uhrzeitserver

Die Einstellung der IP-Adresse des Uhrzeitserver selbst erfolgt im Systemkonfigurator. Dazu muss in den Konfigurator eine ICD-Datei des Zeit-Servers importiert werden. Diese Datei wird auf der DIGSI CD mit ausgeliefert. Für den Zeit-Server wird eine IP-Adresse im Systemkonfigurator vergeben. Nach der Aktualisierung der Parameter-sätze der Geräte, verwenden diese nun die eingestellte IP-Adresse, um die Zeit beim Zeit-Server anzufragen. Voraussetzung dazu ist, dass als Quelle für die Zeitsynchronisation 'Ethernet NTP' eingestellt ist.

Auf der Modulinformationsseite im Gerät (siehe Kapitel 7.4) kann die eingestellte IP-Adresse des Zeit-Servers überprüft werden.

7.1.1 Zeitsynchronisation *Ethernet NTP*

Diese Synchronisierungsmethode wird für Geräte mit einer System-Schnittstelle gem. IEC 61850 empfohlen. Die Synchronisierung erfolgt dann ohne zusätzlichen Aufwand über das Ethernet-Netzwerk. Neben den favorisierten NTP-Servern, die als Geräte von verschiedenen Herstellern bereitgestellt werden, sind auch Softwarelösungen (NTP/SNTP-Server) auf PC- oder Industrie-PC nutzbar.

Projektierung

Wie in Bild 3-4 gezeigt, ist die Quelle der Zeitsynchronisation *Ethernet NTP*. Die Parameter für die Sommer-Standardzeitumschaltung sind mit *GMT+1* eingestellt. (gültig für Berlin, Bern, Brüssel, Rom, ...) eingetragen.



Hinweis

Der Offset Sommerzeit bezieht sich wie angegeben auf die GMT-Zeit und nicht auf die Zeitzone.

NTP - Uhrzeitserver

Die Uhrzeitserver für NTP werden als '*andere IEC 61850 Teilnehmer*' über ein ICD File, das mit der DIGSI 4-CD ausgeliefert wird, eingebunden. Bis zu Versionen kleiner als V3.09 gab es nur die Unterstützung von einem NTP-Server, wurden 2 parametrisiert, erfolgte das Ansprechen des Servers mit der niedrigeren IP-Nummer. Ab Version V3.09 ist die Uhrzeitabfrage um einen 2., sekundären Uhrzeit-Server erweitert. Der 1. Server fungiert dabei als Vorzugsserver, um zu gewährleisten, dass möglichst alle Geräte mit der gleichen Hauptuhr laufen. Der 2. Server ist als Redundanz vorhanden.

Status und Genauigkeit

Die interne Uhr des SIPROTEC 4 Gerätes ist nach max. 15 Minuten störungsfreier Synchronisierung auf ± 1 ms eingeschwungen. Diese interne Genauigkeit lässt sich allein nicht messen, da eine präzise Triggermöglichkeit fehlt. Zur Kontrolle wird meist über einen Binäreingang getriggert (parametriert: ohne Software-Filter, mit Rückrechnen der Hardware-Filterzeit). Solch eine Messung inklusive des Jitters der Binäreingangsbearbeitung liefert dann doch Abweichungen von ca. ± 3 ms.

Uhrzeitstörungsmeldung

Eine Uhrzeit-Störungsmeldung wird abgesetzt, wenn der Uhrzeit-Server auf die Anfragen des SIPROTEC 4 Gerätes nicht antwortet (nach Ablauf der parametrisierten Überwachungszeit, im Beispiel 10 Minuten). Ab diesem Zeitpunkt wird im Zeitstempel aller Meldungen der Status Uhrzeitstörung gesetzt. Das Bit 'Uhrzeitfehler' im Standard IEC 61850-8.1 wird entsprechend im Zeitstempel des Datenobjektes gesetzt.

Die Uhrzeitstörungsmeldung kommt nicht, wenn der SNTP-Server selbst keine Verbindung zur Zeitquelle hat (z.B. Antennensignal fehlt, ...) und alle Geräte mit der Uhrzeit entsprechend seiner internen Genauigkeit weiter versorgt. Wenn beim Anlauf des Gerätes keine Verbindung zum Zeitserver besteht bzw. die Zeitsynchronisierungsmeldung ein Stratum mit einem Wert größer 3 signalisiert, ist das Bit 'ClockNotSynchronized' im Zeitstempel des Datenobjektes gesetzt, um die unsynchronisierte Zeit anzuzeigen. Dieses Bit bleibt gesetzt, solange der Stratum-Wert größer 3 ist oder bis zur Herstellung der Verbindung zum Zeit-Server.

Besondere Eigenschaften

- Bedingung für diese Synchronisierung ist, dass auch ein SNTP-Server im Netzwerk vorhanden, erreichbar und bekannt ist. Ist die Adresse des Servers nicht korrekt eingestellt, dann ist auf der Homepage des Moduls die Zeit Sa.1.01.1994 zu sehen. In diesem Fall muss die korrekte Einstellung der Adresse des gewünschten Zeit-Servers erfolgen.
- Unmittelbar nach dem Anlauf des Gerätes bis zur ersten Synchronisierung nach ca. einer halben Minute ist im Gerät keine gültige Uhrzeit verfügbar.
- Um alle Geräte, die vom Server synchronisiert werden, mit einer untereinander synchronen Zeit laufen zu lassen, muss der Zeit-Server nicht unbedingt selbst synchronisiert sein. Die Zeit in den Geräten selbst ist dann aber unsynchron zur Weltzeit.

ONLINE-Umschaltmöglichkeiten am Gerätedisplay

Die Uhrzeitführungsart darf am Display im laufenden Betrieb nicht umgestellt werden, da sich die Umrechnungsparameter von Ortszeit in Weltzeit derzeit nur auf dem Modul befinden. Die Änderung soll nur mit DIGSI erfolgen.

Weitere Uhrzeitsynchronisierungsarten mit EN100-Modul

Die Projektierung in DIGSI lässt weitere Uhrzeitsynchronisierungsarten in Kombination mit dem EN100-Modul zu. Diese korrekte Funktion dieser Uhrzeitsynchronisierungsarten in Zusammenhang mit IEC 61850 werden derzeit nicht garantiert. Wenn in Sonderfällen eine dieser Betriebsarten genutzt werden soll und diese entsprechend in DIGSI parametrierbar ist, dann ist das Zusammenspiel der Zeitsynchronisation im Gerät und der Zeitsynchronisation auf dem EN100-Modul zu beachten.

Alle in den Meldepuffern des Gerätes gespeicherten Echtzeiten sind Ortszeiten, so wie sie auch am Display des Gerätes angezeigt werden. Nur das EN100-Modul kann diese Ortszeiten in die für die IEC 61850 benötigte UTC umwandeln. Das größte Problem ist hierbei die in den meisten Ländern übliche Sommer-Standardzeitumschaltung. So haben wir z.B. nach dem Rückstellen der Uhr die Zeit 2:10 Uhr 2 mal am Tag. Damit das Modul die beiden Ortszeiten in die jeweils richtige Weltzeit umwandeln kann, benötigt es außerdem die Information, ob es sich zum jeweiligen Zeitpunkt um die Sommerzeit oder die Standardzeit handelt. Die nicht-NTP-Uhrzeitführungsart muss also mindestens das Sommer-Standardzeit-Bit in der Ortszeit des Gerätes unterstützen. DCF77 hat diese Eigenschaft, IRIG-B, interne Zeitsynchronisation, Minutenimpuls und weitere aber nicht.

7.1.2 Interne Zeitsynchronisation

Die interne Zeitsynchronisation ist dadurch gekennzeichnet, dass sie nicht von extern synchronisiert wird. Diese Art der Zeitsynchronisation unterstützt kein Sommer-Standardzeit-Bit, d.h. es ist auch keine Information vorhanden, ob Sommer- oder Standardzeit aktuell ist. Das im Gerätedisplay angezeigte Sommerzeitbit ist in diesem Falle ohne Aussage.

An einem Ort ohne Sommer-Standardzeit-Umschaltung wird am Display die Ortszeit eingestellt und bei den Parametern für die Ortszeit - UTC-Umrechnung nur die Zeitzone parametrieren ("Ohne Sommerzeitumschaltung" ankreuzen).

An einem Ort mit Sommer-Standardzeit-Umschaltung hat man die Möglichkeit:

- das Gerät ständig mit Standardzeit laufen zu lassen,
- oder zur aktuellen Ortszeit eine passende Zeitzone zu parametrieren (Deutschland z.B. im Winter +1 h und im Sommer +2 h), was dann bis zum nächsten Wechsel der Sommer-/Standardzeit funktioniert, d.h. es muss nach dem Wechsel wieder neu parametrieren werden (die Zeitzone stimmt dann nicht mehr, da ja dieser Wechsel über die Zeitzoneneinstellung gesetzt ist).

In diesen beiden Fällen ist der Parameter *ohne Sommerzeitumschaltung* anzukreuzen.

Zeitsynchronisation über DCF-77

DCF-77 unterstützt das Sommer-/Standardzeit-Bit. Die Umschaltung wird bei DCF-77 nach der Ortszeit des Senders in Frankfurt/M durchführt. D.h. am aktuellen Standort des Gerätes muss die Sommer-/Standardzeitumschaltung parametrieren sein. Außerdem funktioniert diese Synchronisierung nur an den Standorten korrekt, wo die Ortszeit synchron zur deutschen Ortszeit (DCF-77 Frankfurt) erfolgt. Dies gilt z.B. für Finnland. Die Parameter sind hierfür:

Zeitsynchronisierungsoffset: 1 h

Offset Zeitzone zu GMT: 2 h

Offset Sommerzeit zu GMT: 3 h

Beginn und Ende der Sommerzeit ist wie im Bild 3-4 gezeigt, einzustellen.

Zeitsynchronisation über IRIG-B

IRIG-B unterstützt das Sommer-/Standardzeitbit nicht. Da IRIG-B aber auch keine Sommer-/Standardzeitumschaltung durchführt, ist der Abstand zur Weltzeit immer konstant. Der in der Parametrierung angegebene *Zeitsynchronisierungsoffset* ist beim Modulparameter *Offset Zeitzone zu GMT* wieder zurückzustellen. Der Parameter, *ohne Sommerzeitumschaltung* ist einzuschalten.

Zeitsynchronisation über Feldbus und T103

Diese Uhrzeitführungsarten sind nicht möglich, da die entsprechende Schnittstelle nicht gleichzeitig mit dem EN100-Modul betrieben werden kann.

Zeitsynchronisation über BE-Impuls

Die Zeitsynchronisation über BE¹-Impuls unterstützt kein Sommer-/Standardzeit-Bit. Wenn über BE die Sommer-/Standardzeitumschaltung durchgeführt wurde, stimmt die umgerechnete Weltzeit für IEC 61850 nicht mehr. Diese Anwendung wird nicht unterstützt.

Wenn über BE keine Sommer-/Standardzeitumschaltung durchgeführt wird, ist der Abstand zur Weltzeit immer konstant. In Bild 7-1 ist die die Zeitzone einzustellen und der Parameter *ohne Sommerzeitumschaltung* anzukreuzen.

1. BE: Binäreingang

7.1.3 Funktionsweise des redundanten Uhrzeitsservers

Die Software des EN100 wurde um die Abfrage eines 2., sekundären Uhrzeit-Servers erweitert. Der 1., primäre Server bleibt der Vorzugsserver, damit möglichst alle Geräte einer Anlage mit der gleichen Hauptuhr laufen. Die Clients auf dem Modul sollen vorzugsweise mit Servern auf der PAS synchronisieren.

Das EN100-Modul fragt beide NTP-Server zyklisch jede Minute ab. Im Normalfall synchronisiert es sich auf den ersten parametrierten, den primären NTP-Server. Wenn der erste NTP-Server 2 mal aufeinanderfolgend die Abfrage innerhalb des Polling-Intervalls von einer Minute nicht beantwortet, schaltet die Zeitsynchronisation auf den sekundären, den Zweit-Server um. Weitere Umschaltkriterien sind:

- der Server zeigt im Antworttelegramm „Alarm“ an (Variable leap=3)
- das Stratum des Servers ist 0 (unbekannt) oder größer 3
- die aktuelle Uhrzeit wird mit 0 angegeben (Hopf, wenn kein Empfang)
- die Laufzeit des Telegramms im Netz ist größer als 5 ms

Die Umschaltung wird ermöglicht, wenn der Zweit-Server deutlich bessere Uhrzeiten liefert, d.h. zuletzt weniger als 10 Minuten durchgehend erreichbar war, wenn er Alarm anzeigt oder sein Stratum 0 oder größer 3 ist, oder die aktuelle Uhrzeit mit 0 angibt oder die Laufzeit des Telegramms im Netz größer als 5 ms ist. In allen diesen Fällen wird das Gerät dann nicht mehr synchronisiert. Das Gerät läuft mit der internen ms-Zeitbasis und der letzten gültigen Drift. Nach der parametrierten Verzögerungszeit meldet das Gerät „Uhrzeitstörung“.

Während das Modul auf den Zweit-Server synchronisiert, fragt es gleichzeitig auch den 1. Server ab. Auf den 1. Server wird erst dann zurückgeschaltet, wenn dieser 10 Minuten durchgehend eine akzeptable Qualität zeigt, wie bereits angesprochen. Die Rückschaltung verzögert sich so lange, bis alle Bedingungen erfüllt sind.

Im Anlauf des Moduls wird zuerst der 1. Server abgefragt, etwa 5 Sekunden später der Zweit-Server. Die Zeit des 1. Servers wird auch übernommen, wenn das Stratum 0 oder größer 3 ist oder der Zweit-Server 5 Sekunden später ein besseres Stratum bietet.

Die Meldung „Uhrzeitstörung“ der Zeitsynchronisation im Gerät funktioniert weiterhin rein aus Sicht des Gerätes. D.h., sie wird nur abgesetzt, wenn das Gerät vom Modul aus nicht mehr synchronisiert wird.

Für den redundanten NTP-Client auf dem Modul bedeutet das, dass die Meldung „Uhrzeitstörung“ während einer erfolgreichen Umschaltung auf den Zweit-Server nicht abgesetzt wird. Ist allerdings im Gerät die Verzögerungszeit der Meldung auf den Minimalwert 2 Minuten parametriert, was dem zweimaligen Ausfall entspricht, so ist das Verhalten nicht bestimmt, die Meldung könnte dann durchaus auftreten. Für ein definiertes Verhalten ist also die Verzögerungszeit für die Meldung „Uhrzeitstörung“ auf mindestens 3 Minuten zu parametrieren. Die Verzögerungszeit für die Meldung „Uhrzeitstörung“ ist als Parameter auf dem Modul nicht verfügbar und kann daher weder auf Sinnfälligkeit getestet werden noch für eine angepasste Umschaltzeit (die o.g. 10 Minuten) genutzt werden.

Bei der Rückschaltung auf den ersten NTP-Server tritt generell keine Uhrzeitstörung auf da der Übergang ohne Synchronisationsverlust erfolgt.

**Ergänzung
(EN100-Modul-
Firmware-
Version 4)**

Bei einigen NTP-Servern ist einstellbar, dass Sie das Stratum von 1 auf z.B. 6 hochsetzen, wenn der Satellitenempfang gestört ist. Wenn das Modul feststellt, dass das Stratum gleich oder größer 4 ist, setzt es sofort das "ClockNotSynchronised"-Flag in allen Meldungen, die an den IEC-Client gehen.

7.2 Schaltbefehle

Verwendung von Checkbits

Die IEC 61850 gestattet es, Schaltbefehle vor ihrer Ausführung auf Durchführbarkeit zu prüfen. Mittels Checkbits können Verriegelungen ein- oder ausgeschaltet werden. In den Geräten der SIPROTEC 4 Reihe werden Checkbits wie folgt verwendet:

- Ist ein Schutzgerät nicht in der Lage, einen Synchronisationscheck auszuführen (z.B. wurde für einen Leistungsschalter keine Synchronisationspflicht vereinbart) und es wird ein Schaltbefehl über IEC 61850 zum Gerät übertragen, bei dem das entsprechende Prüfbit gesetzt ist, so wird dieser Schaltbefehl mit einer negativen Quittung BF- abgelehnt.
- Ist aber ein Schutzgerät nicht in der Lage die Feldverriegelung zu prüfen¹, (Leistungsschalter gegen Sammelschienen- und Erdungsschalter), so wird ein Schaltbefehl mit gesetztem interlock-Prüfbit² trotzdem ausgeführt.



Hinweis

Diese spezifische Behandlung der Checkbits muss bei der Projektierung einer Anlage unbedingt berücksichtigt werden.

Modus blockiert

Die Norm IEC 61850 definiert, dass im Modus *blockiert* keine Befehlsausgaben in Richtung Prozess erfolgen dürfen. Die SIPROTEC 4-Geräte lassen jedoch im Modus *blockiert* eine Befehlsausgabe zu.

1. Das ist der Fall, wenn keine entsprechende Parametrierung vorliegt.
2. Dieses Bit ist der Feldverriegelung zugeordnet..

7.3 GOOSE-Stop

Die Funktion stoppt das Aussenden aller GOOSE-Nachrichten des Gerätes. Dies ist bei der Inbetriebnahme oder bei der Prüfung des Gerätes nützlich. Da keine Datenobjekte zu anderen Geräten übertragen werden, führt dies dort nicht zu unerwünschten Reaktionen. Ferner können Sie die Ausfallüberwachung für GOOSE-Nachrichten bei empfangenden Geräten überprüfen.

Die Funktion steht ab Modul-Firmware-Version 4.2 zur Verfügung.

Parameter: GOOSE-Stop

Wie im folgenden Bild dargestellt, können Sie die GOOSE-Stop-Funktion mit dem Parameter **GOOSE-Stop** aktivieren (Voreinstellung = Nein). Bei der Einstellung **GOOSE-Stop = Nein** ist die Kompatibilität mit älteren EN100-Firmware-Ständen, die keine GOOSE-Stop-Funktion unterstützen, gewährleistet.

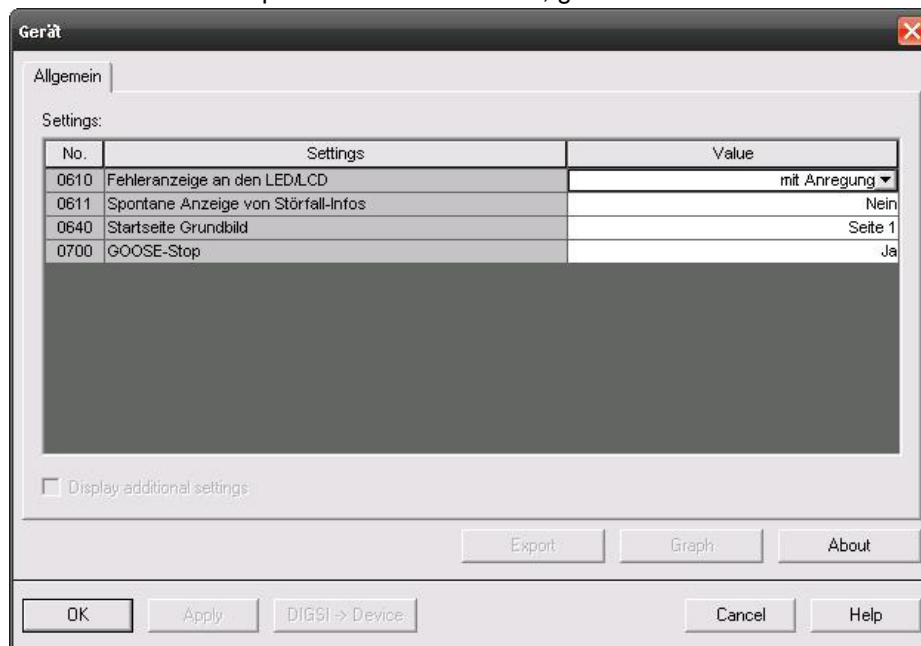


Bild 7-2 Einstellung der GOOSE-Stop-Funktion

Die >GOOSE Stop-Applikation wird ab der Firmware-Version 4.20 unterstützt.

>GOOSE-Stop

Sie können das Aussenden von GOOSE-Nachrichten mit der Meldung **>GO-Stop** abschalten. Sie können die Meldung **>GO-Stop** mit CFC oder mit einem Binäreingang verknüpfen.

The screenshot shows a software interface with a table of parameters and a dialog box. The table has columns for 'Information' (Nummer, Displaytext, L, Typ) and 'Quelle' (BE 1-7, F, S, C, BA, LED, P, S, Ziel). The dialog box is titled 'Objekteigenschaften - >GO-Stop - EM' and contains the text: 'Diese Information ist auf die Systemschnittstelle rangiert. Sie ist damit folgenden IEC61850-Objekten zugeordnet (LD / LN / DO): CTRL/LPHD1/GoStop'.

	Information				Quelle											Ziel			
	Nummer	Displaytext	L	Typ	BE							F	S	C	BA		LED	P	S
					1	2	3	4	5	6	7								
Gerät	00072	Level-2 Param.		AM															
		MM-Sperre		IE															X
	00016	>MM-Sperre		EM															
	00335	>GO-Stop		EM	H														X
	00015																		
	00193																		
	00191																		
	00320																		
	00321																		
	00322																		
	00323																		
	00545																		
	00546																		
	236.212																		

Bild 7-3 Verknüpfung der Meldung **>GO-Stop**

7.4 Modulinformationsseite

Die Module besitzen eine eigene Anzeige, die auf dem Gerätedisplay durch *Menue* → *Test/Diagnose* → *Modulinfo* → *Port B* (Kurzform: *Menue-5-5-1*) zur Anzeige gebracht werden kann. Die Seite selbst hängt vom Modultyp ab und ist nur in englischer Sprache vorhanden. Die Informationsseite eines Ethernet-Moduls mit optischer Schnittstelle hat nachfolgenden Aufbau. Die Detaildarstellung kann bei Versionen der Modul-Firmware etwas unterschiedlich sein:

```

1      Network Config
2      MAC 080006865116
3      IP 172.016.052.055
4      NM 255.255.000.000
5      GW 172.016.000.001
6      NT1* 172.016.000.254
7      Chan1/2=Up/Up
8      Rx/TxCnt=23489/34403
9      Rx/TxErr=00000/00000
10     Rx/Tx10s=03221/02888
11     CPU load=68%
12     LRx1/LTx1=norm/norm
13     LRx2/LTx2=weak/----
14     Switch RSTP
151    Priority=32768
16     Bridge Id=172165255
17     Hello Time=2sec
18     Max Age Tm.=20sec
19     Forward Del=15sec
20     MaxTransmCnt=100
21     R/S1=A/D R/S2=R/F
22-26  ...
27     ***** END *****

```

¹Bei Line, PRP und HSR sind die Zeilen 15 bis 26 nicht verfügbar.

Bild 7-4 Modulinformationsanzeige

Verbindungs- anzeige

Die Zeilen 1-11 sind mit Ausnahme von Zeile 7 bei Modulen mit elektrischer und optischer Schnittstelle gleich. Zeile 7 zeigt bei Modulen mit optischer Schnittstelle den Zustand der beiden Verbindungen. Mit elektrischer Schnittstelle wird nur die nachfolgende Information gezeigt:

```

7      Phy1 100 MBit Full-Duplex

```

Damit ist signalisiert, dass gegenwärtig der Kanal 1 des Moduls aktiv ist und mit 100 MBit Full-Duplex arbeitet.

Parameter opti- sche Schnittstelle

Die Zeilen ab Zeile 12 sind nur auf dem Modul mit optischer Schnittstelle sichtbar (Betriebsart: Switch) und zeigen die Einstellungen/Zustände der optischen Schnitt-

stelle. Zeilen 15-21 zeigen die RSTP-Parameter der internen Switches an. Die Zeilen 22-26 enthalten interne Anzeigen und werden hier nicht beschrieben.

MAC-Adresse	Zeile 2 enthält die MAC-Adresse des EN100-Moduls. Diese Adresse ist nur einmal vergeben.
Netzwerkparameter	Zeilen 3-6 zeigen die eingestellten Netzwerkparameter IP-Adresse (IP), Netzwerkmaske (NM), Gatewayadresse (GW), NTP-Serveradresse (NTP).
SNTP-Status	<p>Die Zeile 6 hat eine Dreifachfunktion. Die Zeile wechselt in einem Zyklus von ca. 10 Sekunden seinen Inhalt zwischen der Serveradresse und der vergangenen Zeit seit der letzten Synchronisierung.</p> <pre> 6 NT1 * 172.016.000.254 6 NTP1/2 sync 021/026s </pre> <p>Bei der Anzeige der Serveradresse symbolisiert der Stern („*“) einen aktiven SNTP-Server. Die Zeit wird bis zu 999 Sekunden (also ca. 16 Minuten) angezeigt. Eine Anzeige von 999 nach Geräteanlauf signalisiert eine fehlende Synchronisierung über SNTP.</p>
Unkorrekte Parameter	<p>Diese Zeile signalisiert auch die Existenz von unkorrekten Parametern. Das ist dann der Fall, wenn der Parametersatz des Moduls nicht zum Parametersatz des Gerätes passt (i.d.R. dann der Fall, wenn Module zwischen Geräten getauscht wurden, ohne dass anschließend eine Geräteinitialisierung mit DIGSI erfolgte). Die Anzeige wechselt sich mit den Werten der NTP-Anzeigen:</p> <pre> 6 Corrupt parameters </pre> <p>Das Stationsleitgerät SICAM PAS zeigt in diesem Falle <i>pending</i> an. Eine IEC-Verbindung wird nicht aufgebaut, die TCP/IP-Funktionen stehen aber zur Verfügung.</p>
Doppelte IP-Adresse	<p>Die 3. Funktion betrifft die Signalisierung einer doppelten IP-Adresse. Wenn ein Gerät am Netzwerk anläuft, so wird die Existenz der IP-Adresse geprüft. Ist diese im Netzwerk bereits vorhanden, so wird auf Zeile 6 statisch signalisiert:</p> <pre> 6 !!MAC!!0007E908FCC8 </pre> <p>Das Gerät wird in diesem Fall nicht mit dem Netzwerk verbunden. Die Ermittlung der doppelten IP-Adresse kann über die angezeigte MAC-Adresse erfolgen. Sie gehört zu der bereits vorhandenen IP-Adresse.</p>
Zustand der Schnittstelle	<p>Zeilen 7-10 zeigen den Zustand der Schnittstelle. Zeile 7 in obiger Ansicht zeigt an, dass beide Kanäle aktiv sind. Diese Anzeige ist nur bei aktiven internen Switch zu sehen. Ist einer der beiden Kanäle down, dann liegt eine Unterbrechung des Ringes vor.</p> <p>Zeile 8 zeigt die Zahl der empfangenen und gesendeten Telegramme an. Dieser Zähler wird nicht zurückgesetzt und zeigt die korrekte Funktion der Schnittstelle an. In Zeile 9 werden die erkannten Telegrammfehler gezählt. Zeile 10 zeigt einen 10-Sekunden Mittelwert der empfangenen und gesendeten Telegramme an.</p> <p>Zeile 11 beinhaltet eine Aussage über die Belastung des Prozessors des Kommunikationsmoduls.</p> <p>Zeilen 12 und 13 geben eine Aussage über den Zustand der optischen Schnittstelle. Der 1. Wert in der Zeile wird aus der Empfangsleistung am Port ermittelt und zeigt <i>norm</i> für eine Leistung bis -28 dBm, <i>weak</i> bis -30 dBm. Wenn die Empfangsleistung¹</p>

darunter ist, so werden nur Striche angezeigt. Das muss keine direkte Unterbrechung der Verbindung anzeigen. Eine Unterbrechung ist in Zeile 7 zu erkennen. Der Zustand *weak* sollte eigentlich nicht auftreten, wenn das zulässige optische Budget eingehalten wird. Wird es angezeigt, dann sind die Verbindungen zu kontrollieren.

Der 2. Wert stellt die Sendeleistung dar. Die Anzeige *norm* zeigt eine Sendeleistung von -16 dBm an und stellt den Normalzustand dar. Schwächere Leistungen werden durch Striche signalisiert. Das bedeutet keinen unmittelbaren Ausfall des Senders, aber der Treiber ist auf Grund von Alterung nicht mehr in der Lage, eine Sendeleistung von -16 dBm zu liefern¹. Eine Funktionsfähigkeit der gesamten Verbindung hängt auch vom Kabelzustand und dem Empfänger ab. Eine wirklich genaue Aussage liefert die Symbolfehlerrate in der Statistics-Seite auf der Modulhomepage (siehe Bild 9-5).

Zeile 14 zeigt die im Switch eingestellte Redundanzbetriebsart *RSTP*. Die nachfolgenden Zeilen zeigen die diese Betriebsart betreffenden Einstellungen. Sie sind im OSM-Betrieb nicht vorhanden. Die Switch-Einstellungen können nur über DIGSI (siehe Bild 3-5 bis Bild 3-7) verändert werden.

RSTP-Zustand

Zeile 21 zeigt den Zustand der Schnittstellen im RSTP-Ring. Es werden Rolle und Status (R/Sx=) für beide Kanäle (Ports) angezeigt.

Rollen der Ports

Folgende Rollen sind für die Ports definiert:

- Root-Port Rolle (R):
Ein Root-Port ist mit dem Root-Switch verbunden. d.h. er hat die logische Verbindung dorthin. Bei den internen Switches hat immer einer der beiden Ports die Rolle eines Root-Ports.
- Designated-Port Rolle (D):
Ein Designated-Port kann ebenfalls eine Verbindung zum Root-Switch herstellen, aber auf einem anderen Weg. I.d.R. hat einer der beiden Ports des internen Switches immer die Rolle eines Designated-Ports.
- Alternate-Port Rolle(A):
Ein Alternate-Port kann im Fehlerfall eine Verbindung herstellen. Im stabilen Betrieb muss es im Ring einen und nur einen Alternate-Port in einem Gerät geben. Existiert im Ring kein Port mit dieser Rolle, dann ist die Redundanz nicht gewährleistet und der Ring ist offen.

1. Gem. IEEE 802.3 beträgt das Empfangsleistungsfenster -14 dBm bis -31 dBm.
1. Gem. IEEE 802 beträgt das Leistungsfenster für den Sender -14 dBm bis -20 dBm.

- Zustände der Ports** Neben der Rolle, die die Ports spielen, sind ihnen auch Zustände zugeordnet. Folgende Zustände sind definiert:
- ❑ Zustand Forwarding (F):
Dieser Zustand ist im Normalbetrieb der Zustand der Ports, die die Rolle Root oder Designated spielen. D.h. Nutzdatentelegramme werden immer übertragen.
 - ❑ Zustand Discarding (D)
Der Zustand discarding bedeutet ein Nichtweiterleiten/Verwerfen von Telegrammen. Diesen Zustand hat im Normalbetrieb nur der Port mit der Rolle alternate
 - ❑ Zustand Learning (L):
Dieser Zustand ist in den internen Switches nicht vorhanden. Die Lernphase eines Ports ist auf Grund des Switch-Aufbaues nicht erforderlich.
- Normalzustand** Im vorliegenden Fall zeigt Port 1 die Rolle Alternate und den Status Designated. D.h. auf diesem Port werden keine Telegramme vom Gerät entgegengenommen und gesendet. Port 2 spielt die Rolle Root und hat den Status Forwarding, d.h. über diesen Port werden Telegramme gesendet und empfangen. Auf Grund der Anzeige bildet dieses Gerät damit die logische Trennstelle im optischen Ring.
- Anzeige bei kleinem Display** Geräte mit einem kleinen alphanumerischen Display können nur 4 Zeilen gleichzeitig darstellen, so dass immer nur die ersten 4 Zeilen von der in Bild 7-4 dargestellten Ansicht lesbar sind. Weitere Zeilen sind durch die Pfeiltasten nach oben und unten zur Anzeige zu bringen.

7.5 SNMP-Informationen

In allen Ethernet-Modulen ab Firmware-Version 3.0 ist das SNMP¹-Protokoll implementiert. Damit ist es möglich, die Module bzgl. ihres Zustandes abzufragen. Die Informationen werden nachfolgend erklärt.

Um die Modulinformationen bzw. Zustände über SNMP zu ermitteln, ist ein MIB²-Browser und die entsprechende Beschreibungsdatei erforderlich. Ein MIB-Browser gestattet die Anzeige von SNMP-Informationsobjekten und deren Inhalte. In Bild 7-5 wurde der MIB-Browser der Fa. iReasoning (www.ireasoning.com) verwendet. Geeignet ist aber jeder Browser mit ähnlichem Umfang. Die Datei *SipEthernet.mib* beschreibt die vorhandenen Informationsobjekte. Diese können damit, wie in Bild 7-5 dargestellt, angezeigt werden. Die MIB-Dateien sind unter www.siprotec.de oder www.siprotec.com im Internet zu finden,

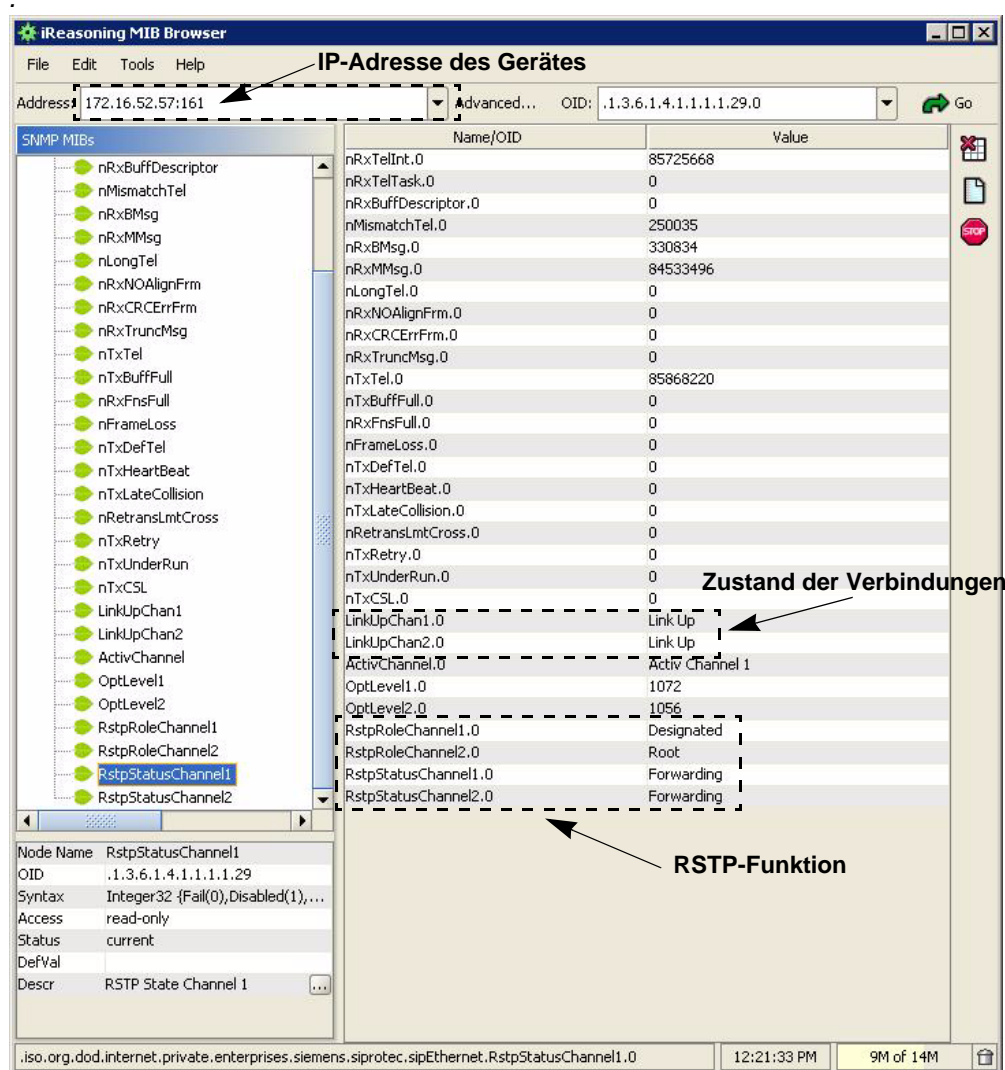


Bild 7-5 Darstellungen von Modulinformationen

1. SNMP, Simple Network Management Protocol
2. MIB, Management Information Base

7.5.1 Anzeigen der Informationen zum Link und RSTP

Zum Anzeigen ist das MIB-File zunächst in den Browser zu laden. Anschließend wird die IP-Adresse des gewünschten Gerätes eingestellt und die Informationen können aus dem Gerät gelesen werden. Diese Einstellungen und Bedienhandlungen können von Browser zu Browser differieren¹.

Wesentliche Informationen Link und RSTP

In Bild 7-5 sind die 2 wesentlichsten Informationen dargestellt. Es ist einerseits der Zustand der beiden Schnittstellen und die Funktionalitäten von RSTP.

Wird das Modul als Switch betrieben, dann müssen beide Kanäle aktiv (Link Up) sein. Auf beiden Kanälen werden Daten gesendet und empfangen.

Rolle der Ports

Die Rolle² des Ports³ gestattet das Erkennen von Trennstellen im Ring. In der Ringstruktur kann eine physikalische Trennung vorliegen. In diesem Falle ist auch der zugehörige Link auf inaktiv (LinkDown) gestellt. Die Rolle des Ports ist dann *disabled*. Die von diesem Port laufende physikalische Verbindung ist getrennt und damit ein Fehler.

Logische Trennstelle im Ring

Der Ring ist aber im Normalbetrieb bei RSTP logisch an einer Stelle im Netz getrennt, um kreisende Telegramme zu verhindern. Mit ihnen wäre kein Netzbetrieb möglich. Die Rollen *designated* und *root* zeigen an, dass keine logische Trennstelle auf den Ports vorliegt, d.h. die logische Trennstelle liegt nicht auf der Verbindung dieses Ports zu dem des anderen Gerätes. Nur ein Gerät im Ring zeigt die Rollen *alternate* und *designated*, wobei die Trennstelle beim *alternate* Port liegt.

Zeigen die Ports die Paarung *alternate-designated* oder *backup-designated*⁴, so liegt die logische Trennstelle auf dem Port der mit *alternate* bzw. *backup* gekennzeichnet ist. Die Kenntnis der logischen Trennstelle ist für Inbetriebnahmезwecke sinnvoll zu wissen (s.a. Bild 7-4).

Zustand der Ports

Der Zustand der Ports ändert sich nur, wenn das Netz im Falle eines Fehlers umkonfiguriert wird. Die logische Trennstelle wird dann geschlossen. Die entsprechenden Ports durchlaufen dann den Zustand *discarding*, in dem noch keine Nutzdaten versendet werden. Es werden nur Verwaltungsinformationen z.B. zur Änderung der Rolle eines Ports, gesendet. Der danach folgende Zustand *learning* wird auf Grund der festen Adresseinstellung der internen Switches nur durchlaufen. Nutzdaten werden ebenfalls noch nicht gesendet. Der Zustand *forwarding* kennzeichnet den Normalzustand, in dem Nutzdatentelegramme gesendet werden.

1. Die in Bild 7-6 angezeigte Internetadresse wird z.B. automatisch mit der Erweiterung *:161* für den Standardport, über den SNMP arbeitet, ergänzt.
2. Das RSTP-Protokoll nach IEEE 802.1w definiert Rollen und Zustände eines Ports.
3. Ports sind in hier identisch mit den beiden Schnittstellen, die die Ringstruktur aufbauen.
4. Die Rolle *backup* gibt es bei den integrierten Switches nicht.

7.5.2 Anzeige von GOOSE-Informationen

Die GOOSE-Informationen können sehr einfach mit SNMP angezeigt werden. Es ist nur die MIB-Datei *SipGoose.mib* notwendig.

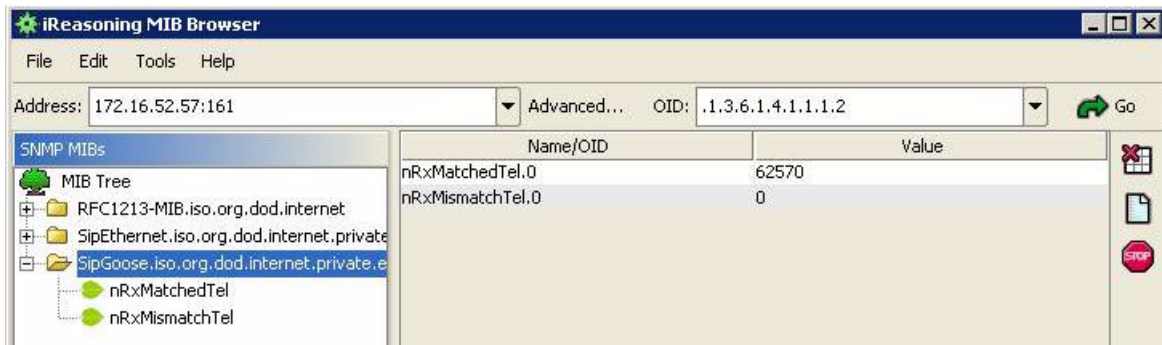


Bild 7-6 GOOSE-Telegramminformation

In dem in Bild 7-6 gezeigten Ausschnitt sind die beiden Zähler für die GOOSE-Telegramme dargestellt. Der Zähler *nRxMatchedTel* zeigt die Telegramme an, die den Multicastfilter passiert haben. Zähler *nRxMismatchTel* zeigt die Anzahl der Telegramme an, die durch den Multicastfilter passiert haben, aber durch die Prüfung der weiteren GOOSE-Parameter verworfen wurden.

Multicastfiltereinstellung

In vorliegendem Fall werden nur Telegramme empfangen, die nur für dieses Gerät vorgesehen sind. Die Anzahl der geblockten Telegramme liefert eine Aussage über die Netzbelastung durch andere Multicast-Telegramme. Aus beiden Zählern kann auch auf die korrekte Einstellung des Multicastfilters geschlossen werden, wenn die Anzahl der Multicastkreise bekannt ist. Sind mehrere Multicastkreise vorhanden und nicht alle werden dem Gerät zugehörig parametrieren, so muss der Zähler *nRxMismatchTel* in diesem Gerät einen von 0 verschiedenen Wert aufweisen. Andernfalls ist der Filter unkorrekt eingestellt und es kann zu Überlastungen in der Kommunikation kommen. Bedeutung hat diese Anzeige insbesondere bei der Inbetriebsetzung von Anlagen, die Geräte enthalten, deren Multicastadressvergabe nicht mittels DIGSI erfolgt.

Die Einstellung dieses Filters erfolgt automatisch über DIGSI, wenn GOOSE Nachrichten in DIGSI und im Systemkonfigurator parametrieren werden.

7.5.3 Anzeige von RSTP-Parametern

Durch DIGSI werden die RSTP-Parameter eingestellt oder verändert. Diese Parameter sind lesend gleichfalls über SNMP zugänglich. Unter Zuhilfenahme der MIB-Datei *SipOptical.mib* erhält man die in nachfolgend dargestellter Anzeige.

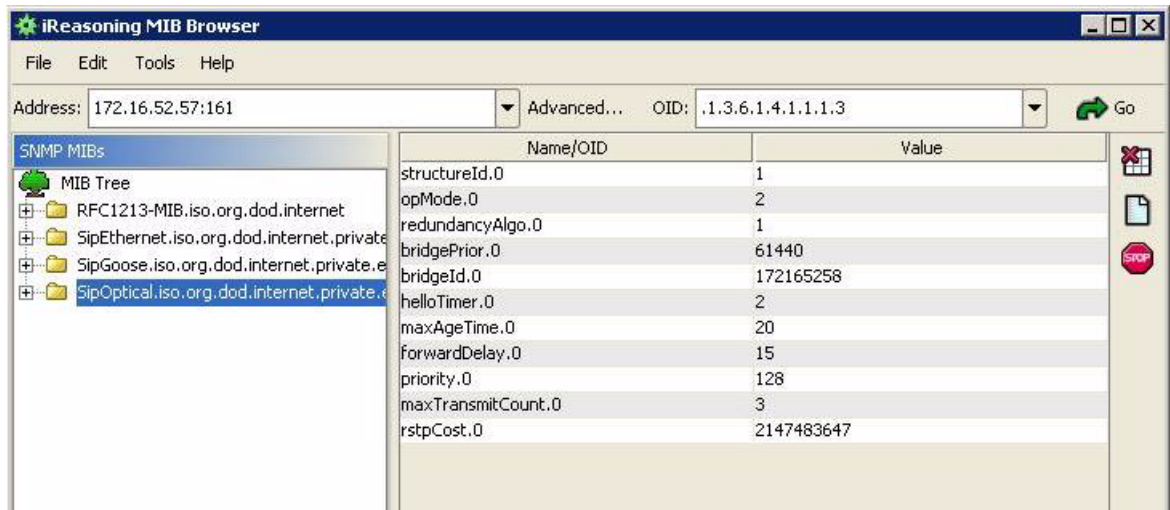


Bild 7-7 RSTP-Parametereinstellungen

In der in Bild 7-7 dargestellten Anzeige sind die mit DIGSI eingestellten Parameter von RSTP sichtbar. Sie entsprechen den am Display angezeigten Werten.

In Bild 7-7 ist auf der linken Seite zu sehen, dass alle vorhandenen MIB-Dateien in den Browser geladen werden können. Damit steht ein Werkzeug zur Verfügung, das es gestattet alle SIPROTEC 4 Geräte netzweit hinsichtlich der zugänglichen Informationen zu überwachen.

Die Geräte lassen sich dadurch in das Netzwerkmanagement des Kunden integrieren und können automatisch überwacht werden. Aus der Gesamtinformation z.B. des optischen Ringes lässt sich dessen physikalischer und logischer Zustand überwachen.

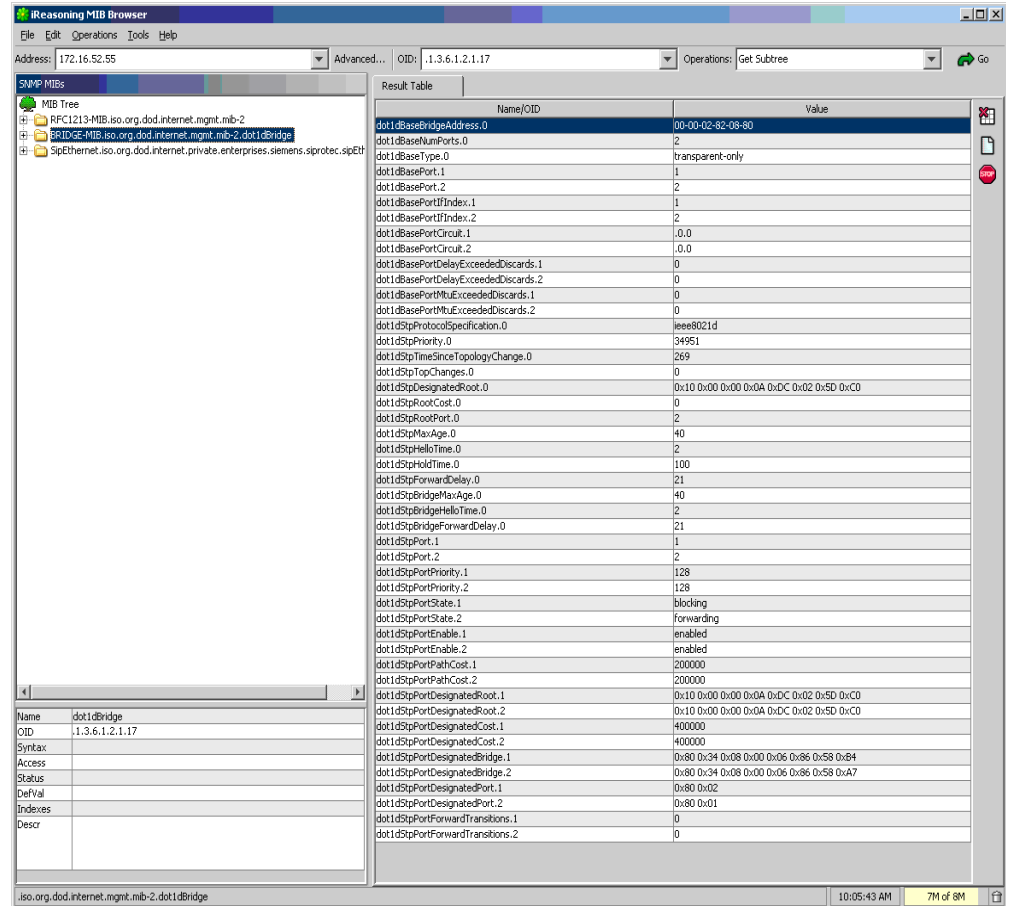
7.5.4 Anzeige von Informationen zu RSTP anhand der Bridge-MIB

Tabellarische Auflistung

Zu einzelnen Informationen gibt es Beschreibungen in der Bridge-MIB.mib.

Name	Wert
dot1dBaseBridgeAddress.0	00-00-02-82-08-80
dot1dBaseNumPorts.0	2
dot1dBaseType.0	transparent-only
dot1dBasePort.1	1
dot1dBasePort.2	2
dot1dBasePortIfIndex.1	1
dot1dBasePortIfIndex.2	2
dot1dBasePortCircuit.1	.0.0
dot1dBasePortCircuit.2	.0.0
dot1dBasePortDelayExceededDiscards.1	0
dot1dBasePortDelayExceededDiscards.2	0
dot1dBasePortMtuExceededDiscards.1	0
dot1dBasePortMtuExceededDiscards.2	0
dot1dStpProtocolSpecification.0	ieee8021d
dot1dStpPriority.0	34951
dot1dStpTimeSinceTopologyChange.0	269
dot1dStpTopChanges.0	0
dot1dStpDesignatedRoot.0	0x10 0x00 0x00 0x0A 0xDC 0x02 0x5D 0xC0
dot1dStpRootCost.0	0
dot1dStpRootPort.0	2
dot1dStpMaxAge.0	40
dot1dStpHelloTime.0	2
dot1dStpHoldTime.0	100
dot1dStpForwardDelay.0	21
dot1dStpBridgeMaxAge.0	40
dot1dStpBridgeHelloTime.0	2
dot1dStpBridgeForwardDelay.0	21
dot1dStpPort.1	1
dot1dStpPort.2	2
dot1dStpPortPriority.1	128
dot1dStpPortPriority.2	128
dot1dStpPortState.1	Blocking
dot1dStpPortState.2	Forwarding
dot1dStpPortEnable.1	Enabled
dot1dStpPortEnable.2	Enabled

Name	Wert
dot1dStpPortPathCost.1	200000
dot1dStpPortPathCost.2	200000
dot1dStpPortDesignatedRoot.1	0x10 0x00 0x00 0x0A 0xDC 0x02 0x5D 0xC0
dot1dStpPortDesignatedRoot.2	0x10 0x00 0x00 0x0A 0xDC 0x02 0x5D 0xC0
dot1dStpPortDesignatedCost.1	400000
dot1dStpPortDesignatedCost.2	400000
dot1dStpPortDesignatedBridge.1	0x80 0x34 0x08 0x00 0x06 0x86 0x58 0xB4
dot1dStpPortDesignatedBridge.2	0x80 0x34 0x08 0x00 0x06 0x86 0x58 0xA7
dot1dStpPortDesignatedPort.1	0x80 0x02
dot1dStpPortDesignatedPort.2	0x80 0x01
dot1dStpPortForwardTransitions.1	0
dot1dStpPortForwardTransitions.2	0



The screenshot shows the iReasoning MIB Browser interface. On the left, a MIB tree is expanded to show the path: sipEthernet -> RstpStatusChannel2.0. The main area displays a 'Result Table' with the following data:

Name/OID	Value
nRxTelInt.0	2890
nRxTelTask.0	0
nRxBuffDescriptor.0	0
nMismatchTel.0	570
nRxBMsg.0	1123
nRxMMsg.0	1614
nLongTel.0	0
nRxNOAlignFrm.0	0
nRxCRCEnFrm.0	0
nTxTruncMsg.0	0
nTxTel.0	1220
nTxBuffFull.0	0
nRxFnsFull.0	0
nFrameLoss.0	0
nTxDefTel.0	0
nTxLateCollision.0	0
nRetransmitCross.0	0
nTxRetry.0	0
nTxUnderRun.0	0
nTxCSL.0	0
LinkUpChan1.0	Link Up
LinkUpChan2.0	Link Up
ActivChannel.0	Activ Channel 1
OptLevel1.0	2416
OptLevel2.0	2400
RstpRoleChannel1.0	Alternate
RstpRoleChannel2.0	Root
RstpStatusChannel1.0	Discarding
RstpStatusChannel2.0	Forwarding

At the bottom of the interface, the current path is shown as: .iso.org.dod.internet.private.enterprises.siprotec.sipEthernet.RstpStatusChannel2.0. The system clock shows 10:07:45 AM and 6M of 8M memory usage.

7.6 Firmware-Update in SIPROTEC 4-Geräten und Ethernet-Switches

Sie haben die Möglichkeit, die Firmware des EN100-Moduls zu aktualisieren. Die aktuelle Firmware für das EN100-Modul steht für jedes Gerät unter <http://www.siprotec.de> zur Verfügung. Führen Sie bis zur Firmware-Version 4.07 das Update über die Frontschnittstelle des Schutzgerätes aus. Ab der Firmware-Version 4.08 führen Sie das Firmware-Update über die Ethernet-Schnittstelle des Moduls aus. Beide Verfahren sind in den Dokumenten "Firmware / FPGA Update via the Ethernet interface of the EN100 module for PRP" und "Readme for IEC 61850 Ethernet module EN100 firmware versions" beschrieben. Diese Dokumente stehen ebenfalls unter <http://www.siprotec.de> zur Verfügung.

Besitzt das betreffende Gerät eine optische EN100-Schnittstelle und ist Teilnehmer in einem Ring, so empfiehlt Siemens beim Update den Ring, wie in der folgenden Tabelle beschrieben, zu öffnen.

Ebenfalls besteht die Möglichkeit, bei den Ethernet-Switches die Firmware zu aktualisieren. Auch hier empfiehlt Siemens beim Update die Ringe entsprechend nachfolgender Tabelle zu öffnen.

Tabelle 7-1 Übersicht der Update-Arten

Art	Ring(e) öffnen	Bemerkung
Firmware-Update des SIPROTEC 4-Geräts	ja	Die Hinweise in den jeweiligen Gerätehandbüchern gelten entsprechend
Firmware-Update des EN100-Moduls	ja	–
Parametersatz-Update (seriell und Ethernet)	ja	–
EPLD-Update des EN100-Moduls	ja	–
Firmware-Update der Ethernet-Switches	ja	Achtung, ein Switch kann zeitgleich Teilnehmer mehrerer Ringe sein

Hinweise zur Fehlersuche

Inhalt dieses Kapitels ist die Suche nach Fehlern, die mit der Ethernet-Schnittstelle in Verbindung stehen. Nachfolgend zunächst die unbedingten Punkte, an denen eine korrekte Arbeitsweise scheitern kann.

Keine Verbindungsaufnahme

Nimmt das Gerät keine Verbindung auf, so ist als Erstes die Installation zu prüfen. Ist die Verbindung zum Switch korrekt hergestellt und sind die richtigen Kabel verwendet worden (Kein Crossover-Kabel!)? Ist bei einer direkten Verbindung zum PC ein entsprechendes Kabel verwendet worden (Dann ist Crossover-Kabel erforderlich!)? Arbeitet der Switch korrekt, ist seine Spannungsversorgung in Ordnung? Eine korrekte Arbeit einer Verbindung ist an der Link-Status-LED erkennbar.

IP-Adresse

Ist im Gerät eine IP-Adresse eingestellt? Ist eine solche Einstellung nicht erfolgt und es befindet sich auch kein DHCP-Server im Netzwerk, dann kann keine Verbindungsaufnahme erfolgen. Zur Validierung der IP-Adresse kann ein Ping aus dem Netzwerk auf die IP-Adresse des Gerätes durchgeführt werden.

Netzwerkmaske

Ist die Netzwerkmaske richtig eingestellt? Die Netzwerkmaske ergibt sich aus dem im Netzsegment verwendeten Adressierungsschemata.

MLFB-Erweiterung

Ist die MLFB-Erweiterung in DIGSI korrekt eingestellt worden. Ist das nicht der Fall, wird das Modul nicht parametrierbar und ist damit funktionsunfähig.

Kein Fernzugriff möglich

Ist die Gatewayadresse im Gerät richtig eingestellt. Stimmt sie nicht, so kann nicht über mehrere Netzwerke auf ein Gerät zugegriffen werden.

Keine Zeitsynchronisation über Ethernet

Ist ein Zeit-Server im Netzwerk vorhanden und welche Adresse hat dieser. Ist die Adresse im Gerät korrekt eingestellt? Ist das Gerät korrekt auf die Verwendung der Zeitsynchronisation über Ethernet parametrierbar?

Ist ein PC der Zeit-Server, dann ist zu prüfen, ob der *Windows time service* deaktiviert und der richtige NTP Dienst gestartet ist?

Sichtbarkeit der Modulinformationen

Die Modulinformationen sind für die Fehlersuche sehr hilfreich. Siehe Kapitel 7.4 für die entsprechenden Informationen.

Diagnosefunktionen

Die Diagnosefunktionen sind zu unterscheiden in die, die den Status des Moduls im Gerät anzeigen, d.h. keine funktionsfähige Verbindung über Ethernet voraussetzen und solche Funktionen, die nur über das Ethernet-Netzwerk zugänglich sind.

Diagnosefunktionen im Gerätekontext

Im Gerätekontext ist der Betriebsmeldepuffer das zentrale Element, wo die Modulstörungsmeldung sowie die Link-Statusmeldungen protokolliert werden. Diese Meldungen sind auch rangierbar. In DIGSI stellen sie sich wie in Bild 9-1 gezeigt dar. Die Modulstörungsmeldung zeigt ein funktionsunfähiges Modul an. Die beiden Störungsmeldungen den Link betreffend zeigen eine physikalische Unterbrechung der Verbindung an.

	Information		L	Typ	Quelle				Ziel														
	Nummer	Displaytext			BE	F	S	C	BA	LE	Puffer				S	X	C	B	A	G	ST		
Messwertüberw.												*											
Fehlerort												*		*									
EN100-Modul 1	009.0100.01	Stör Modul		IE								KG		X									
	009.0101.01	Stör Link1		IE								KG											
	009.0102.01	Stör Link2		IE								KG											
Prüfungen												*											
Ort/Modus												*					*		*	*	*	*	*
Schaltobjekte								*	*			*					*		*	*	*	*	*

Bild 9-1 Meldungen des EN100 Moduls in DIGSI

Modulstatusseite

Das Modul hat eine eigene Statusseite, die auf dem Gerätedisplay sichtbar ist. Diese Seite ist über *Menue* → *Test/Diagnose* → *Modulinfo* → *Port B* erreichbar. Die Informationen sind in Kapitel 7.4 beschrieben.

HOME-Page des Moduls

Die Module sind alle mit einer Homepage ausgerüstet, die über ihre IP-Adresse in allen Geräten zugänglich ist. Bild 9-2 zeigt eine Homepage. Die Homepage wird erreicht, indem die IP-Adresse des Gerätes, verbunden mit *home* in der Adresszeile des Browsers auf dem PC eingegeben wird (z.B.: *http://172.16.52.53/home* mit der IP = 172.16.52.53, die mit DIGSI eingestellt wurde).

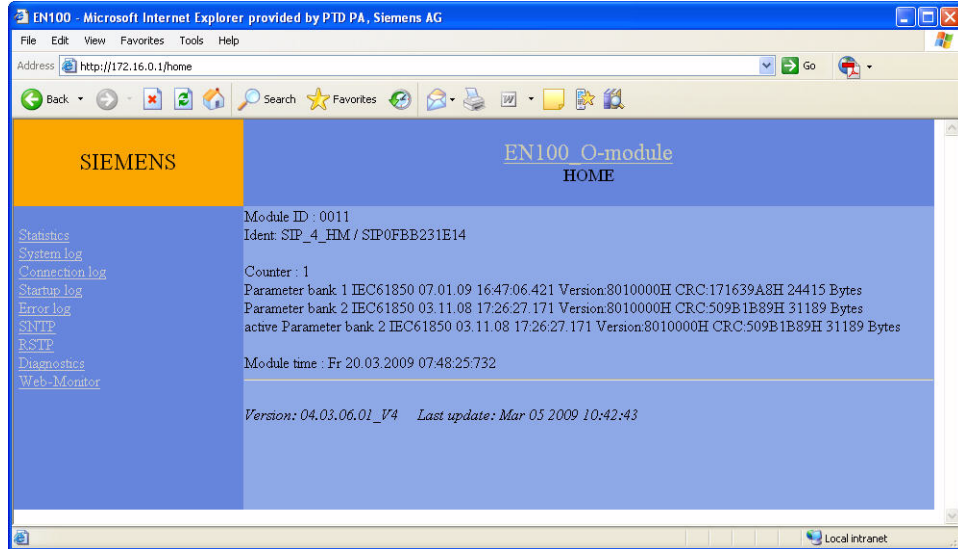


Bild 9-2 Homepage der EN100-Module

Die Modul-Homepage zeigt immer am Ende die Version und das Erzeugungsdatum der auf dem Modul vorhandenen Softwareversion

Für den normalen Betrieb ist die Homepage nicht notwendig bzw. enthält keine relevanten Informationen. Für die Inbetriebsetzung sind die im linken Bereich zur Verfügung stehenden Seiten von Bedeutung.

Tabelle 9-1 Inhalt der Homepage

Eintrag	Bedeutung
Statistics-Seite	zeigt Ethernet relevante Informationen.
System log-Seite	zeigt Informationen zum Systemverhalten, die zur Laufzeit entstehen.
Connection log-Seite	enthält Informationen, über Client-Server-Verbindungen und DIGSI-Zugriffe.
Startup-Seite	enthält Informationen über das Hochlaufverhalten und Konfigurationseinstellungen bezogen auf Netzwerk- und GOOSE-Parameter.
Error log-Seite	enthält interne Fehlermeldungen.
SNTP-Seite	enthält Informationen zu Einstellungen und Zustand der Zeitsynchronisation.
RSTP-Seite	enthält Informationen über Einstellungen und Zustand der Netzwerkredundanz.
Diagnostics-Seite	führt zu tiefergehenden Modulparametern, auf die unsere Entwicklung bei Bedarf zugreift.
Web-Monitor-Seite	(nicht für alle SIPROTEC 4-Typen verfügbar) zeigt die Real-time Vorderansicht des Gerätes und einige gerätespezifische Parameter. Dort sind Betriebsinformationen und interne Fehlermeldungen hinterlegt.

Die Fehlerpufferanzeige im Normalbetrieb ist leer, wie in Bild 9-3 gezeigt.

Fehlerpuffer

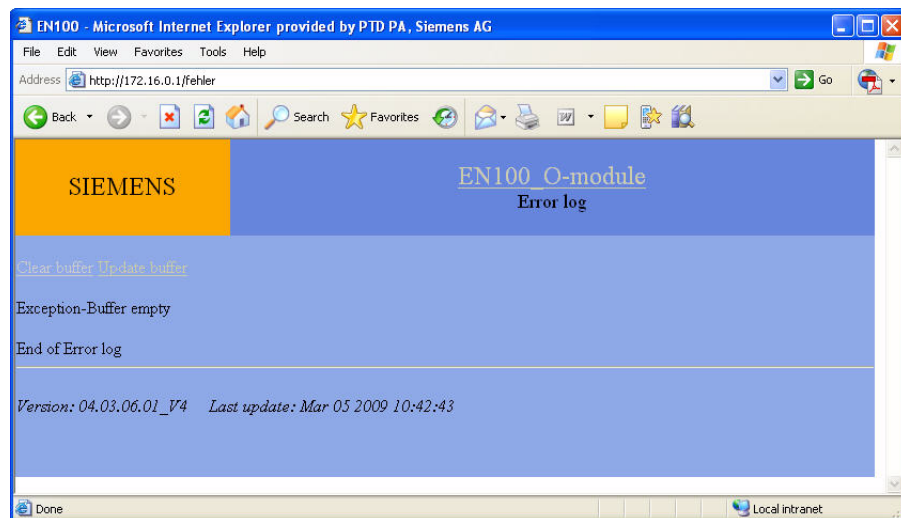


Bild 9-3 Fehlerpuffer leer

System log

Der System log-Speicher dient der Darstellung interner Informationen. Ein Ausschnitt des Anlaufes ist in Bild 9-4 gezeigt. Die Interpretation selbst erfordert aber detaillierte interne Kenntnisse. In speziellen Fällen kann es aber hilfreich sein, den Inhalt des System log-Speichers auszulesen und an die Hotline zu schicken. Das Abspeichern als Datei erfolgt mit dem Explorer als HTML-Dokument.

```

+++ 00079 00136956 Do 19.03.2009 18:44:33:874 The following connection have been established:
+++ 00080 00136957 Do 19.03.2009 18:44:33:875
+++ 00081 00137335 Do 19.03.2009 18:44:34:252 MAP: GI device - module started
+++ 00082 00137534 Do 19.03.2009 18:44:34:452 MAP: GI device - module completed
+++ 00083 00138158 Do 19.03.2009 18:44:35:075 ---SFS-check start
+++ 00084 00138158 Do 19.03.2009 18:44:35:075 ---SFS-check logon
+++ 00085 00138158 Do 19.03.2009 18:44:35:075 ---SFS-check LogonAck
+++ 00086 00138162 Do 19.03.2009 18:44:35:079 ---SFS-check CdAck
+++ 00087 00138164 Do 19.03.2009 18:44:35:081 ---SFS-check MountAck
+++ 00088 48722547 Fr 20.03.2009 08:14:22:196 EES: Port 2 Link Down (extern)
+++ 00089 48722547 Fr 20.03.2009 08:14:22:196 EES: Ctrl: disable Port 2, now: P1==conn==EN100..disc..P2 (1b)
+++ 00090 48722548 Fr 20.03.2009 08:14:22:198 EES: Forw: Port 2 enable, now: 1=forw==EN100==forw=2 (12-->3c)
+++ 00091 48722548 Fr 20.03.2009 08:14:22:198 EES: Forw: Port 2 disable, now: 1-trans-EN100-block-2 (3c-->12)
+++ 00092 48725226 Fr 20.03.2009 08:14:24:876 EES: Ctrl: enable Port 2, now: P1==conn==EN100==conn==P2 (3f)
+++ 00093 48725226 Fr 20.03.2009 08:14:24:876 EES: Port 2 Link UP
+++ 00094 48735325 Fr 20.03.2009 08:14:34:976 EES: Port 1 Link Down (extern)
+++ 00095 48735325 Fr 20.03.2009 08:14:34:976 EES: Ctrl: disable Port 1, now: P1..disc..EN100==conn==P2 (2d)
+++ 00096 48735326 Fr 20.03.2009 08:14:34:977 EES: Forw: Port 1 disable, now: 1-block-EN100-block-2 (12-->3)
    
```

Bild 9-4 Ausschnitt aus dem System log

Statistics

Die Statistics-Seite zeigt einen Ausschnitt aus den Informationen, die für spezielle Zwecke zur Verfügung stehen und die Datenübertragung einschl. Switch betreffen. Bild 9-5 zeigt einen Ausschnitt. Von besonderer Bedeutung ist die Anzahl der fehlerhaften Symbole, die eine schlechte Verbindungsqualität anzeigt. Dieser Wert wird beim Ein- und Ausschalten oder der Verbindungsunterbrechung hochgezählt. Im laufenden Betrieb darf sich die Zahl nicht ändern.

```

nGooseHit           = 0
nGooseMiss          = 0
Relative time       = 48841041
Module CPU load     = 12%
txPacketChan1/2    = 4133241/277
rxPacketChan1/2    = 24532/4157050
FilterSrcChan1/2   = 24532/24386
FilterDstChan1/2   = 24381/4157044
FilterCrcErrCntChan1/2 = 0/0
FilterLenErrCntChan1/2 = 0/0
FilterSymErrCntChan1/2 = 343/933
overflowExtCntChan1/2 = 0/0
overflowIntCntChan1/2 = 0/0
overflowIntTraCnt  = 0
OptLevelChan1/2    = 2384 (weak) /2400 (norm)
EPLD-Version        = 407/2070197H
    
```

Bild 9-5 Ausschnitt aus der Statistics-Seite

Wichtige Informationen auf der Statistics-Seite

Eine komplette Statistics-Seite ist in den Bildern 9-6 und 9-7 dargestellt. Nachfolgend in Tabelle 9-2 die wesentlichen Werte zur Interpretation. Die Sollwerte sind nur angegeben, wenn sie statisch sind. Ansonsten ist der Eintrag leer.

Tabelle 9-2 Informationswerte auf der Statistics-Seite

Name	Sollwert	Beschreibung
RxFrames	–	Zähler für empfangene Telegramme, die an Modullapplikationen und TCP/IP-Stack weitergeleitet werden.
BD out of sequence	0	Zähler für Empfangspufferüberläufe im Kommunikationsprozessor. Der Wert muss immer 0 sein.
Miss	–	Zähler für empfangene Telegramme, die nicht der MAC-Adresse des Gerätes entsprechen.
Broadcast	–	Zähler für empfangene Broadcasttelegramme
Multicast	–	Zähler für registrierte Multicasttelegramme
More than 0x5f0 Bytes	–	Zähler für zu lange Telegramme (1520 Bytes). Diese Telegramme werden verworfen.
Non Octett	0	Zähler für die Anzahl der Bits, die nicht durch 8 teilbar sind. Ist dieser Wert ungleich 0, dann können Probleme mit der Übertragungsstrecke vorliegen. Das kann auch der Fall beim physikalischen Unterbrechen einer Verbindung sein.
CRC-Error	0	Zähler für empfangene Telegramme mit fehlerhafter CRC-Prüfung. Hinweis auf Probleme mit der Übertragungsstrecke.
Overrun	0	Zähler für Empfängerüberlauf. Deutet auf Performanceprobleme des Ethernet-Controllers hin.
Truncated	0	MAC-interner Zähler. Zähler für gekürzte Empfangstelegramme (größer 2 KB).
TxFrames	–	Zähler der gesendeten Telegramme.
no transmit buffer	0	Inkrementieren kann nur bei vielen Kollisionen oder Retransmissions auftreten.
FNS queue overflow	0	Zählt nicht ausgewertete Broadcasttelegramme, weil der Prozessor überlastet ist. Wird i.d.R. durch kreisende Telegramme ausgelöst.
Frames Loss	0	Anzahl der verworfenen Empfangstelegramme, wenn mehr als 1000 solcher Telegramme pro Sekunde auftreten. Kann nur bei kreisenden Telegrammen auftreten.
MaxRxBDs	–	Maximaler Füllstand des Empfangspuffers
RxLoopMax	0	Zähler für Empfangspufferüberlauf
RxOverload	0	Zähler für Empfängerüberlastung. Empfangstelegramme sind verloren gegangen.
TxDef	0	Zählt die 'Defers' beim Senden von Frames. Läuft der Zähler hoch, deutet das auf eingestellten Halbduplexbetrieb hin.
TxHB	0	Heartbeat Zähler
TxLC	0	Late Collision Zähler
TxRL	0	Zählt Überschreitungen des 'Retransmission Limits'

Tabelle 9-2 Informationswerte auf der Statistics-Seite

Name	Sollwert	Beschreibung
TxRC	0	Zählt Retransmissions. Hinweis auf Kollisionen
TxUN	0	Zählt 'Buffer underrun'
TxCSL	0	Zählt 'Carrier sense lost'
MaxTxBD	–	Maximaler Füllstand des Sendepuffers
nGooseHit	–	Zählt die empfangenen GOOSE-Telegramme
nGooseMiss	–	Zählt die GOOSE-Telegramme, die den Multicastfilter passiert haben, aber für das Gerät nicht plausibel sind (z.B. durch fehlerhafte GOOSE-Parametrierung).
Relative time	–	Momentaner Stand des Relativzeitzählers. Ist ein jede Millisekunde inkrementierter 32-Bit-Zähler. Startet bei 120000 (entspricht etwa 49 Tage, danach Neustart bei 0).
Module CPU load	–	Auslastung CPU
txPacketChan1/2	–	Anzahl aller Datenpakete, die der Port gesendet hat.
rxPacketChan1/2	–	Anzahl aller Datenpakete, die der Port empfangen hat.
FilterSrcChan1/2	–	Anzahl aller empfangenen Datenpakete, bei der die Source Adresse nicht mit der eigenen Adresse übereinstimmt.
FilterDstChan1/2	–	Anzahl aller empfangenen Datenpakete, bei der die Destination Adresse nicht mit der eigenen Adresse übereinstimmt.
FilterCRCErrCnt Chan1/2	0	Anzahl der Datenpakete mit CRC Fehler.
FilterLenErrCnt Chan1/2	0	Anzahl der Datenpakete die zu lang oder zu kurz sind. Die zulässige Länge beträgt 64 Byte bis 1518 Byte.
FilterSymErrCnt Chan1/2	0	Anzahl der empfangen Symbolfehler (ungültige 4b5b Werte) auf der Leitung. Diese Überwachung liegt im Phy.
overflowExtCnt Chan1/2	0	Für diesen Wert gibt es im FPGA keinen Zähler.
overflowIntCnt Chan1/2	0	Für diesen Wert gibt es im FPGA keinen Zähler.
overflowIntTraCnt	0	Für diesen Wert gibt es im FPGA keinen Zähler.
OptLevelChan1/2	> 2300	Pegel des opt. Empfängers in mV. Sollte bei verbundenen Kabeln nicht kleiner als 2300 sein.
EPLD-Version	–	Aktuelle Version des EPLDs
Data Size, Code Size, NORMAL pool, ENTRY pool, GOOSE pool, WEAK pool	–	interne Speicherverwaltung
Malloc Size	–	interne Speicherverwaltung


```

Local statistics (ipbde) status:
RxFrames          = 766
BD out of sequence = 0
Miss              = 656
Broadcast         = 2
Multicast         = 656
More than 0x5f0 Bytes = 0
Non octett       = 0
CRC-Error        = 0
Overrun          = 0
Truncated        = 0
TxFrames         = 55777
No transmit buffer = 0
FNS queue overflow = 0
Frames Loss      = 0
MaxRxBds        = 2
RxLoopMax       = 0
RxOverload      = 0
TxDef           = 0
TxHB            = 0
TxLC            = 0
TxRL            = 0
TxRC            = 0
TxUN            = 0
TxCSL           = 0
MaxTxBD         = 0
nGooseHit       = 0
nGooseMiss      = 0
Relative time    = 884452
Module CPU load  = 12%
txPacketChan1/2 = 55769/0
rxPacketChan1/2 = 439/55989
FilterSrcChan1/2 = 439/331
FilterDstChan1/2 = 331/55989
FilterCrcErrCntChan1/2 = 0/0
FilterLenErrCntChan1/2 = 0/0
FilterSymErrCntChan1/2 = 0/0
overflowExtCntChan1/2 = 0/0
overflowIntCntChan1/2 = 0/0
overflowIntTraCnt = 0
OptLevelChan1/2 = 2384 (weak)/2400 (norm)
EPLD-Version     = 407/2070197H
Malloc Size      = 8628 kByte
Data Size       = 5535 kByte
Code Size       = 1443 kByte
NORMAL pool     = 867 kByte
ENTRY pool      = 0 kByte
GOOSE pool      = 0 kByte
WEAK pool       = 190 kByte
Max Broadcasts from:

```

Bild 9-6 Statistics-Seite, Teil 1

Die in Bild 9-7 dargestellten Informationen dienen der Untersuchung von Broadcast-telegrammvorgängen.

Max Broadcasts from

Hier sind die 4 häufigsten Broadcasts seit dem Anlauf des Moduls aufgeführt. Sie werden aus *Broadcasts from* erzeugt und enthalten die nachfolgenden Informationen:

1. Die MAC-Adresse des Broadcastsenders (MAC)
2. Die Anzahl dieser Broadcasts innerhalb der letzten 4 Minuten (n)
3. Die Anzahl der aufeinanderfolgenden identischen Telegramme (GI)
4. Die Länge der Telegramme (Len)
5. Die Relativzeit (Rz)

Broadcasts from

Hier sind die aktuellen Broadcasts im laufenden 4 Minuten Intervall aufgelistet. Pro Zeile sind jeweils 2 Sender mit folgenden Angaben enthalten:

1. Die MAC-Adresse des Broadcastsenders (MAC)
2. Anzahl der Broadcasts seit dem Beginn des Intervalls (n)
3. Die Anzahl der aufeinanderfolgenden identischen Telegramme (GI)
4. Die Länge der Telegramme (Len)

```
Max. Broadcasts from:
MAC:00-07-e9-18-ac-a1 n=169 GI=0 Len=64 Rz=480402
MAC:00-07-e9-18-ac-a0 n=169 GI=0 Len=64 Rz=480402
MAC:00-30-05-14-af-b1 n=23 GI=0 Len=64 Rz=295122
MAC:00-04-75-e3-97-9a n=7 GI=0 Len=588 Rz=453787
Broadcasts from:
MAC:00-07-e9-18-ac-a1 n=152 GI=0 Len=64 MAC:00-07-e9-18-ac-a0 n=154 GI=0 Len=64
MAC:00-04-75-e3-97-9a n=6 GI=0 Len=588 MAC:00-30-05-14-af-b1 n=18 GI=0 Len=64
MAC:08-00-06-86-58-a8 n=2 GI=0 Len=64 MAC:08-00-06-01-00-17 n=3 GI=0 Len=64
MAC:00-07-e9-18-a8-14 n=1 GI=0 Len=110 MAC:00-20-4a-63-10-b7 n=1 GI=0 Len=64

Version: 04.00.00.07_V4 Last update: Apr 23 2007 15:29:44
```

Bild 9-7 Statistics-Seite Teil 2

Auf der letzten Zeile, ist die aktuelle Version der Protokollsoftware und die Zeit der Generierung angegeben.

PRP

Das folgende Bild zeigt die PRP-Homepage. Die wesentlichen Werte der PRP-Homepage sind in Tabelle 9-3 in beschrieben.

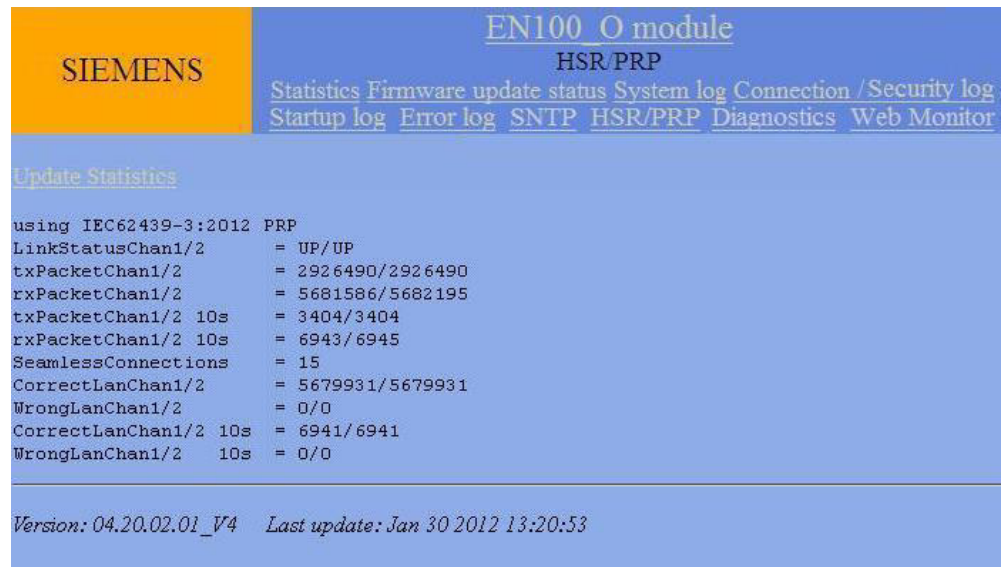


Bild 9-8 PRP-Homepage

Tabelle 9-3 Inhalt der PRP-Homepage

Eintrag	Bedeutung
LinkStatusChan1/2	Link-Statusmeldung
txPacketChan1/2	Anzahl der Datenpakete, die der Port gesendet hat.
rxPacketChan1/2	Anzahl der Datenpakete, die der Port empfangen hat.
txPacketChan1/2 10s	Anzahl der Datenpakete, die der Port innerhalb der letzten 10 s gesendet hat.
rxPacketChan1/2 10s	Anzahl der Datenpakete, die der Port innerhalb der letzten 10 s empfangen hat.
SeamlessConnections	Anzahl der Module, zu denen eine stoßfreie Verbindung besteht. Dieser Wert muss < 512 sein.
CorrectLanChan1/2	Anzahl der PRP-Pakete, die mit einer korrekten PRP-LAN-ID empfangen wurden.
WrongLanChan1/2	Anzahl der PRP-Pakete, die mit einer falschen PRP-LAN-ID empfangen wurden. Wenn dieser Zähler ungleich 0 ist, deutet dies auf einen Verdrahtungsfehler hin. Ein Verdrahtungsfehler liegt vor, wenn z.B. nicht alle Module im Netzwerk mit Kanal 1 an LAN A und Kanal 2 an LAN B angeschlossen sind.
CorrectLanChan1/2 10s	Anzahl der PRP-Pakete innerhalb der letzten 10 s, die mit einer korrekten PRP-LAN-ID empfangen wurden.
WrongLanChan1/2 10s	Anzahl der PRP-Pakete innerhalb der letzten 10 s, die mit einer falschen PRP-LAN-ID empfangen wurden.

HSR

Das folgende Bild zeigt die HSR-Homepage. Die wesentlichen Werte der HSR-Homepage sind in Tabelle 9-4 in beschrieben.

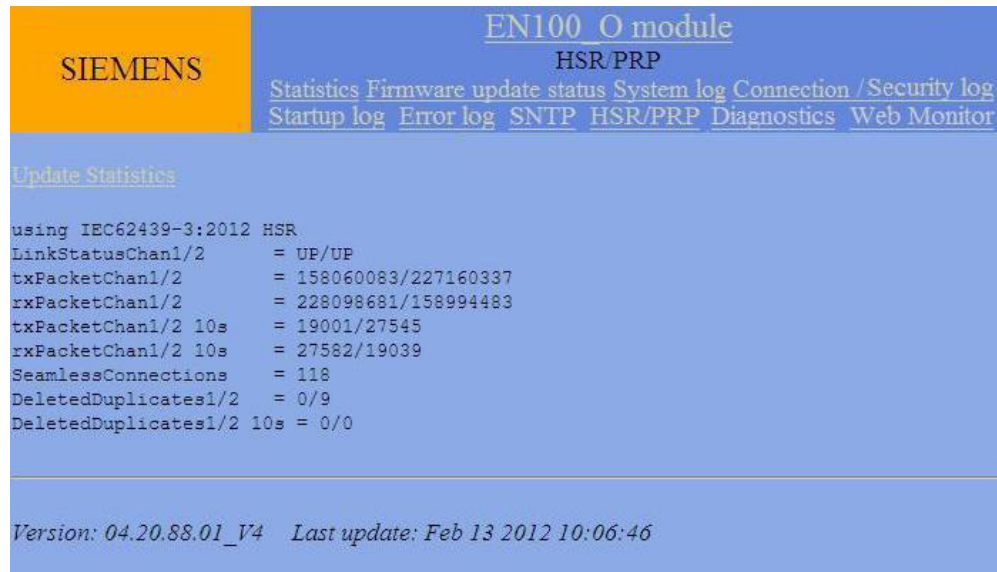


Bild 9-9 HSR-Homepage

Tabelle 9-4 Inhalt der HSR-Homepage

Eintrag	Bedeutung
LinkStatusChan1/2	Link-Statusmeldung
txPacketChan1/2	Anzahl der Datenpakete, die der Port gesendet hat.
rxPacketChan1/2	Anzahl der Datenpakete, die der Port empfangen hat.
txPacketChan1/2 10s	Anzahl der Datenpakete, die der Port innerhalb der letzten 10 s gesendet hat.
rxPacketChan1/2 10s	Anzahl der Datenpakete, die der Port innerhalb der letzten 10 s empfangen hat.
SeamlessConnections	Anzahl der Module, zu denen eine stoßfreie Verbindung besteht. Dieser Wert muss < 512 sein.
DeletedDuplicates1/2	Anzahl der Pakete, die durch den HSR-Duplikate-Filter vom Ring entfernt wurden.
DeletedDuplicates1/2 10s	Anzahl der Pakete, die durch den HSR-Duplikate-Filter innerhalb der letzten 10 s vom Ring entfernt wurden.

SNTP

Die 1. Zeile enthält:

- Angabe zum primären oder aktuell aktiven (primären oder sekundären) NTP-Server
- IP-Adresse des NTP-Servers
- aktuelle Zeit des SIPROTEC 4-Gerätes, das die Synchronisierung vom Modul erhält. In den 1. Minuten nach Anlauf des Gerätes kann die Zeit einige Millisekunden von der Zeit des Moduls abweichen, da das Gerät versucht, die aktuelle Zeit sprungfrei anzugleichen.

Die Zeilen 2 und 3 sind nicht relevant

Die 5. und 6. Zeile enthalten tabelliert einige Variablen aus den empfangenen NTP-Telegrammen vom primären und sekundären Server sowie die Zeit seit dem letzten empfangenen Telegramm und die momentan sich aus der Synchronisierung ergebende Uhrzeit des Moduls.

Es folgen die beiden Tabellen zu den max. 16 letzten empfangenen NTP-Telegrammen und eine kurze Legende dazu.

```
Clockmaster=Primary/172.16.0.249 device time: Mi 25.04.2007 09:54:01:510
leap:      0
stratum:   2
no peer leap stratum poll/s prec. delay disp refid sync/s actual time
*=1 172.016.000.249 0 1 64 -16 0,000 0,000 hPPS 0031 Mi 25.04.2007 09:54:01:510
=2 172.016.000.250 0 1 64 -16 0,000 0,000 hPPS 0026 Mi 25.04.2007 09:54:01:510

table of last max. 16 registered sync-telegrams from server
Primary peer=172.16.0.249 reach=0000007f/( 7) good=0000007f/( 7)
no offset delay dRx dTx diff (all in microseconds)
01= 00121 929 1054 424 00008 Mi 25.04.2007 09:53:30:504
02= 00126 957 1065 414 00013 Mi 25.04.2007 09:52:30:490
03= 00081 966 1091 418 -0032 Mi 25.04.2007 09:51:30:470
04= 00119 945 1082 440 00006 Mi 25.04.2007 09:50:30:408
05= 00128 946 1064 435 00015 Mi 25.04.2007 09:49:30:385
06= 00108 985 1075 432 -0005 Mi 25.04.2007 09:48:30:373
=====
avr 00113 954 1071 427

table of last max. 16 registered sync-telegrams from server
Secondary peer=172.16.0.250 reach=0000007f/( 7) good=0000007f/( 7)
no offset delay dRx dTx diff (all in microseconds)
01= 00113 982 1082 490 -0005 Mi 25.04.2007 09:53:35:505
02= 00116 1011 1084 493 -0002 Mi 25.04.2007 09:52:35:491
03= 00144 1009 1084 418 00026 Mi 25.04.2007 09:51:35:471
04= 00122 908 1100 446 00004 Mi 25.04.2007 09:50:35:413
05= 00124 917 1079 430 00006 Mi 25.04.2007 09:49:35:386
06= 00093 954 1104 446 -0025 Mi 25.04.2007 09:48:35:378
=====
avr 00118 963 1088 453

reach/good... 32-bit mask of last 32 reach/good quality minutes sync, oldest shift left
and in (..) last number of continous reach/good quality minutes sync, up to 99 are displayed
offset..... difference of new time and crystal time, should less then 1000. If positiv, server is faster.
delay..... round trip delay (T4-T1)-(T3-T2), should less then 1000
dRx..... device internal receive delay, cpu load depending, should less then 2000
dTx..... device internal transmit delay, cpu load depending, should less then 2000
diff..... offset - avr(offset)
```

Bild 9-10 SNTP

RSTP

Die 1. und 2. Zeile zeigen die aktuellen Werte von Rolle und Status der Ports 1 und 2. Zeile 4 zeigt die im Ring an Port 1 und 2 über RSTP-Telegramme detektierten Nachbarn des Moduls.

Es folgt eine Auflistung wichtiger RSTP-Informationen zur Bridge und den beiden Ports.

Topology Change Count

Es steht hier ein Zähler zur Verfügung, der Netzwerktopologie-Änderungen registriert. Während der Inbetriebnahmephase kommt es typischerweise zu Erhöhungen. In einem stabilen Netzwerk ändert sich der Zähler nicht. Hochlaufende Zähler weisen auf mangelhafte Verbindungen (z.B. Wackelkontakt) hin. Sie zeigen Instabilitäten im Netzwerk an, die Sie als Benutzer analysieren und beseitigen müssen.



Hinweis

Unter "Actual" der Bridge-Informationen stehen die von der Root bezogenen RSTP-Parameter. Diese müssen mit den auf dem Modul eingestellten übereinstimmen.

Der aktuelle Transmit count steht normalerweise dauerhaft auf 0. Wenn er hochläuft oder vorher schon einen hohen Wert erreicht hatte (max >20), deutet es darauf hin, dass der Ring auf den langsameren RSTP-Algorithmus zurückgeschaltet hatte.

```

Port Role Chan1/2 = Root/Alternate
Port State Chan1/2 = Forwarding/Discarding
RSTP-dt/2*HelloTime = 6/4
NeighbourMAC Chan1/2 = 00-0a-dc-0b-92-c6 / 00-0a-dc-0b-92-c7

RSTP-Bridge:
=====
Bridge Priority = 32768 (8000H)
Bridge Id = 2048 (800H)
Topology Change Count = 0

Bridge Learned / Configured
Hello Time = 02 / 02
Max Age = 40 / 40
Forward Delay = 21 / 21
Transmit Count = 0 / 100 / 2 (Max)

RSTP-Port 1:
=====
State = Forwarding
PathCost = 200000
Designated Root = 0000-000adc0b92c0
Designated Bridge = 0000-000adc0b92c0
Port Role = Root

RSTP-Port 2:
=====
State = Discarding
PathCost = 200000
Designated Root = 0000-000adc0b92c0
Designated Bridge = 0000-000adc0b92c0
Port Role = Alternate

Version: 04.03.07.01_V4 Last update: Mar 18 2009 13:08:55
    
```

Bild 9-11 RSTP

Dieses Kapitel fasst die technischen Daten des EN100-Moduls zusammen. Da die Module in die SIPROTEC 4-Geräte eingebaut sind, gelten neben den u.g. technischen Daten des Moduls übergreifend auch die Daten der einzelnen Geräte aus den Handbüchern.

Leistungs- aufnahme

Die Leistungsaufnahme des Moduls beträgt maximal 2,5 W.

Die Spannungsversorgung erfolgt direkt aus der CPU-Platine des SIPROTEC 4-Gerätes.

Anschlüsse

Der Anschluss des Moduls mit elektrischer Schnittstelle wird über RJ45 Stecker zum Ethernet-Netzwerk hergestellt.

Die Module mit optischer Schnittstelle besitzen je 2 Transceiver mit Duplex-LC-Schnittstelle. Die Kommunikation arbeitet mit Licht der Wellenlänge 1310 nm. Das Modul ist für den Anschluss von Multimode-Lichtwellenleiter G50/125 µm oder G62,5/125 µm spezifiziert.

Übertragungsrate

Beide Schnittstellen arbeiten mit einer Übertragungsrate von 100 MBit/s.

Umschaltzeit

Die Umschaltzeit auf die zweite Verbindung bei Ausfall einer Verbindung beträgt maximal 10 ms. Dies gilt für die Betriebsart Line, wenn beide Ports des Moduls an externe Switches angeschlossen sind.

Schnittstelle RJ45

Bei der Ausführung mit RJ45 Schnittstellen sind beide Schnittstelle nicht gleichzeitig betriebsfähig, wenn das Modul in der Standardeinstellung Line betrieben wird. Die Verbindung wird automatisch mit dem Erkennen der Verbindung zu einem Switch/ Partner hergestellt. Der zweite Anschluss bleibt inaktiv, bis die Verbindung des aktiven Anschlusses unterbrochen wird. Dann wird automatisch auf dem zweiten Anschluss die Verbindung wieder aufgenommen. Der jeweils nicht aktive Kanal wird bzgl. des Link-Status überwacht. Bei elektrischen Modulen EN100-E+, wo in den SIPROTEC 4-Geräten die Einstellung PRP möglich ist, sind beide Ports aktiv.

Schnittstelle LC/op- tisch

Die Ausführung mit optischer Schnittstelle beinhaltet eine zur RJ45-Schnittstelle analoge Funktion (Betriebsart Line). In der Betriebsart Switch ist es möglich, redundante Ringstrukturen ohne den Einsatz externer Switches¹ aufzubauen. In dieser Betriebsart sind beide Schnittstellen aktiv. Beide Schnittstellen sind völlig identisch.

1. Zum Aus-/Einkoppeln von Informationen für Anzeigen etc. ist jedoch ein externer Switch erforderlich. Reine GOOSE-Netzwerke, die keine Verbindung zu einer Leitstelle haben, benötigen keinen externen Switch.

Optischer Sender Wellenlänge: 1270 nm bis 1380 nm, typisch 1310 nm

Sendeleistung:

Faser	minimal	typisch	maximal
50/125 μm , $\text{NA}^* = 0,2$	-23,5 dBm	-20 dBm	-14 dBm
62,5/125 μm , $\text{NA} = 0,275$	-20 dBm	-17 dBm	-14 dBm

* Numerische Apertur

Laserschutzklasse Die Laserklasse 1 wird nach EN 60825-1 und EN 60825-2 eingehalten bei den Fasertypen G50/125 μm und G62,5/125 μm .

Optischer Empfänger Empfängerempfindlichkeit: -31 dBm_{avg} bis -14 dBm_{avg}

Wellenlänge: 1270 nm bis 1380 nm

Reichweite maximal 2 km

LWL-Stecker Duplex-LC

Kabeltyp für die optische Schnittstelle Multimode-Lichtwellenleiter (G50/125 μm oder G62,5/125 μm)

Kabeltyp für die elektrische Schnittstelle mindestens CAT5 S/FTP
Siemens empfiehlt eine maximale Kabellänge von 20 m.

Checkliste zur Inbetriebnahme

11

In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme komprimiert dargestellt. Es ist zu beachten, dass ein Teil der Einstellungen RSTP betrifft. Wird als Redundanz OSM eingestellt, so müssen keine weiteren Settings erfolgen.

11.1	Vorarbeiten	11-2
11.2	Einstellungen der internen Switches	11-4
11.3	Weitergehende Kontrollen	11-5

11.1 Vorarbeiten

Es wird davon ausgegangen, dass alle Komponenten installiert sind. Die Funktion ist der Einzelkomponenten ist nachgewiesen.

Liste der Adressen aufstellen

Es ist dringend empfohlen, als Erstes eine Liste der Adressen aller Komponenten aufzustellen.

Liste sollte mindestens Gerätetyp, MLFB-Nummer, Seriennummer, Firmware-Version des Gerätes, Firmware-Version des Moduls, IP-Adresse, Subnet-Mask, Standard-Gateway, MAC-Adresse und den IED-Namen unter IEC 61850 für jedes Gerät enthalten. Es ist sinnvoll für Fremdgeräte wie Switches etc. die entsprechenden Informationen ebenfalls mit aufzunehmen. Diese Liste ist um eine Aufstellung der Netzwerktopologie zu ergänzen. Aus dieser Topologiebeschreibung geht hervor, wie die Geräte untereinander verbunden sind.

Die MAC-Adressen können direkt am Gerätedisplay ausgelesen werden (Menü-5-5-Enter). IP-Einstellungen können erst abgelesen werden, wenn die Geräte initialisiert sind, d.h. die Parametersätze in die Geräte geladen wurden. Für Fremdgeräte muss entsprechend der Handbücher verfahren werden, um die Informationen zu ermitteln.

Ist die Liste vollständig, sollten die IP-Adressen auf doppeltes Vorkommen kontrolliert werden. Doppelte MAC-Adressen dürften durch deren eindeutige Vergabe bei Netzwerkkomponenten nicht auftreten.

Weitere Inbetriebnahmehinweise sind unter www.siprotec.de verfügbar.

Ringstruktur in Betrieb nehmen

Die Anlage ist korrekt aufgebaut und kann nun eingeschaltet werden. Vor dem Einschalten ist der Ring, in dem die Geräte enthalten sind, an einer Stelle aufzutrennen. Das Einschalten erfolgt in nachfolgender Reihenfolge:

1. Ringstruktur an einer Stelle auftrennen¹.
2. Einschalten der Switches. Nach dem Einschalten sollte ca. 20 Sekunden gewartet werden.
3. Einschalten der Geräte. Es wird empfohlen, die Geräte nacheinander entsprechend der Anordnung im Ring einzuschalten. Nach dem Einschalten sollte der Anlauf des Gerätes abgewartet werden, ehe das nächste Gerät eingeschaltet wird².
4. Schließen des Ringes.³

Kontrolle der Erreichbarkeit

Nach Inbetriebnahme des Netzwerks muss die Erreichbarkeit der Komponenten im Ring geprüft werden. Es wird an einem externen Switch ein PC angeschlossen. Mit dem Browser des PCs sind dann alle IP-Adressen erreichbar. Die IP-Adresse ist direkt einzugeben. Über diese Verbindung können die externen Switches eingestellt werden. Die Einstellungen der in den Geräten integrierten Module sind auf deren Homepage zu lesen. Die Adresse der Homepage hat immer die Form

<http://IP-Adresse/home>

-
1. Diese Maßnahme wird dringend empfohlen, um eine stabile Ringstruktur aufzubauen.
 2. Prinzipiell spielt die Reihenfolge und auch die Wartezeit keine Rolle. Beim RSTP-Verfahren kann u.U. aber durch Timeouts eine Verzögerung der Verbindungsaufnahme ausgelöst werden.
 3. Das Auftrennen des Ringes kann die Inbetriebsetzung beschleunigen, da ansonsten ähnliche Effekte wie bei 3 auftreten können.

Ein Beispiel einer Einstellung ist <http://172.16.52.55/home>

Zur Inbetriebnahme und Überwachung stehen unterstützende Tools, wie z.B. Netview unter www.siprotec.de zur Verfügung.

Zu beachten ist, dass die Module mit optischer Schnittstelle sowohl im Linien- als auch im Switch-Betrieb arbeiten können. Entsprechend ist auch die Homepage unterschiedlich. Die Einstellung der Betriebsart erfolgt mittels DIGSI.

Mit dem Abschluss dieser Vorarbeiten ist eine Ringstruktur in Betrieb, die nun weiter eingestellt werden kann.

11.2 Einstellungen der internen Switches

RSTP aktivieren	Die Betriebsart RSTP ist mittels DIGSI einzuschalten. Das sich dann ergebende Menü enthält die RSTP relevanten Settings (siehe Bild 3-7).
Bridge priority einstellen	Die internen Switches sollten auf die niedrigste Bridgepriorität (ist die höchste Prioritätszahl) im System eingestellt werden. Sie werden alle gleich eingestellt. Empfohlen wird ein Wert von 32768.
Port Priority	Diese Einstellung existiert in internen Switches nicht.
Age Time	Dieser Wert ist auf 2 Sekunden einzustellen
Max Age Time	Hier ist ein Wert von 40 einzustellen. Dann ist auch die Funktion von Ringen mit bis zu 30 Geräten sichergestellt.
Transmit Count	Die Einstellung muss auf 100 erfolgen.
Edge-Ports einstellen	Die Einstellung ist nicht vorhanden.
Port Security	Die Einstellung ist nicht vorhanden.
Far Error Fault Indication	Dieses Feature ist standardmäßig vorhanden, Einstellung entfällt.



Hinweis

Bitte beachten Sie, dass die Grundeinstellungen in DIGSI von diesen Angaben abweichen können. Es sind auf jeden Fall die hier empfohlenen Einstellungen vorzunehmen.

11.3 Weitergehende Kontrollen

Kontrolle der Erreichbarkeit

Nach den erfolgten Einstellungen und geladenen Parametern müssen alle Komponenten über ihre IP-Adresse erreichbar sein. Das muss sowohl bei geschlossenem als auch bei geöffnetem Ring möglich sein.

Ist ein Gerät nicht zu erreichen, können folgende Gründe vorliegen:

- Ein über eine Linienverbindung an einen externen Switch angeschlossenes SIPROTEC 4 Gerät ist ausgeschaltet,
- Ein in einem optischen Ring integriertes SIPROTEC 4 Gerät ist ausgeschaltet,
- Eine Ringstruktur hat mehr als eine Trennstelle. Damit ist ein Teil der Geräte nicht mehr erreichbar. Die Trennstelle können ausgeschaltete Geräte oder getrennte Verbindungen sein.

Kontrolle der Homepages

Die Homepages der SIPROTEC 4 Geräte sind über *http://IP-Adresse/home* erreichbar. Zur Kontrolle sollte die dort erreichbare Statistics-Seite (siehe Bild 9-6 und Tabelle 9-2) kontrolliert werden. Die wesentlichen Kontrollpunkte sind:

- *RSTP-Role Chan1/2 = Alternate/Root*
Sind die SIPROTEC 4 Geräte im Ring angeordnet, der Ring geschlossen und mit den externen Switches verbunden, die gleichfalls eingeschaltet sind, dann muss ein Gerät auf der Statistics-Seite die o.g. Anzeige bringen. Ist diese auf keinem Gerät des Ringes vorhanden, dann liegt eine physikalische Ringunterbrechung vor.
- *FilterSymErrCntChan1/2 = 0/2753*
Wenn diese beiden Zähler im stabilen Betrieb des Gerätes hochlaufen, ohne dass eines oder beide Nachbargeräte ausgeschaltet sind, liegt eine schlechte LWL-Verbindung vor. Das kann eine erhöhte Dämpfung der Koppelglieder oder auch ein schlechtes Kabel bedeuten.
- *FNS queue overflow = 0*
Ist diese Anzeige ungleich Null, dann ist das ein Indiz für kreisende Broadcasttelegramme.
- *Frames Loss = 0*
Ein Wert ungleich Null signalisiert kreisende Multicasttelegramme.

In diesem Kapitel werden technische Details erklärt, die ein besseres Verständnis der Funktion gestatten.

12.1	Funktion von RSTP	12-2
12.2	Systemversionen vs. Funktionalität	12-7

12.1 Funktion von RSTP

Inhalt dieses Kapitels ist die Erklärung des Verhaltens des RSTP-Ringes im Falle von Rekonfigurationen. In den Bildern sind die Rollen der Ports in normaler Schrift, die Zustände in kursiver Schrift dargestellt.

12.1.1 Grundbegriffe

RSTP

RSTP ist die Abkürzung für **R**apid **S**panning **T**ree **P**rotocol. Dieses Protokoll basiert auf speziellen Multicasttelegrammen, die einen Informationsbaum aufspannen, der sicherstellt, dass in beliebigen Strukturen keine Ringe und damit zirkulierenden Telegramme entstehen, die eine Datenübertragung unmöglich machen würden. Wesentliche Punkte sind die Rollen und Zustände von Ports, wobei die von jeder Bridge gesendeten Konfigurationsmessages Prioritätsvektoreninformationen enthalten, die die Identifikation der *root* Bridge gestatten. Darauf aufbauend können die Pfadkosten berechnet werden.

Rollen der Ports

Die Rolle eines Ports ist veränderlich und basiert auf den BPDUs (Bridge Protocol Data Unit). Es werden immer die Informationen zweier BPDUs verglichen, um zu entscheiden, welche die bessere ist. Daraus wird die Rolle des Ports festgelegt.

root Port

Die Rolle des *root* Ports wird dem Port einer Bridge¹ zugewiesen, der den billigsten Weg zur *root* Bridge gestattet. Errechnet werden die Pfadkosten² durch den in den BPDUs enthaltenen Prioritätsvektor. Meistens ist das der verbindungs­mäßig der *root* Bridge am nächsten liegende Port einer Bridge. Die *root* Bridge selbst ist die, die die besten BPDUs im Vergleich zu anderen sendet. Sie ist die einzige Bridge, die keinen *root* Port hat. Sie hat nur *designated* Ports und die höchste Priorität.

designated Port

Jedes LAN-Segment benötigt einen Port, der den besten (billigsten) Weg zur Root-bridge zeigt.

Alle Bridges im Segment hören die BPDUs der anderen und finden so die beste BPDU und damit ist der *designated* Port bestimmt. Er liegt im Falle der integrierten Switches immer dem *root* Port gegenüber (der interne Port des integrierten Switches ist für die Netzwerksteuerung nicht relevant). Nur die *root* Bridge hat keinen *root* Port, da sie selbst *root* ist. Sie hat nur 2 *designated* Ports. Die Zuweisung in einem stabilen RSTP-Netzwerk zeigt Bild 12-1. Dort sind nur die internen Switches dargestellt.

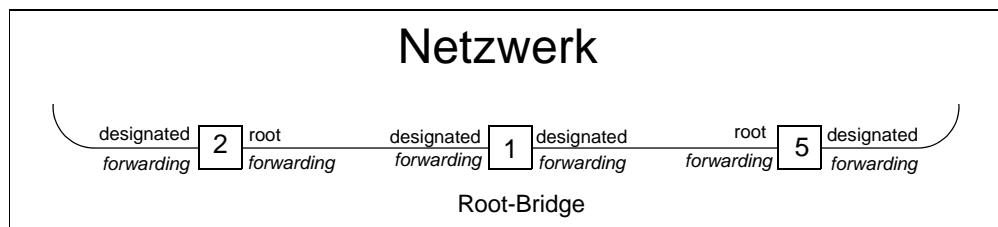


Bild 12-1 Ports in RSTP-Bridges, Normalbetrieb

1. Bridges wird in der RSTP-Norm verwendet, es entspricht hier den Switches.
2. Pfadkosten sind die Kosten, die entstehen, wenn eine Reihe von Verbindungen durchlaufen wird. Sie korrelieren i.d.R mit der Entfernung und der Übertragungsrate.

alternate Port backup Port	Diese Rolle wird Ports zugewiesen, die im Fehlerfall über andere Netzwerkkomponenten eine Verbindung herstellen können, d.h. darüber laufen im Gegensatz zu einem <i>designated</i> Port keine Nutzdatentelegramme.
Disabled Port	<p>Eine solche Rolle wird ausgeschalteten Ports zugewiesen. Solche Ports werden übertragen keine Nutzdaten und werden auch in RSTP nicht berücksichtigt.</p> <p>Die einem Port zugewiesenen Rollen können sich ändern, wenn Komponenten entfernt und hinzugefügt werden oder wenn Fehler in Form von Leitungsunterbrechungen auftreten.</p>
Portzustände	Die Portzustände sind <i>disabled</i> , <i>discarding</i> , <i>learning</i> und <i>forwarding</i> . In einem stabilen Netzwerk sind die <i>root</i> Ports und <i>designated</i> Ports im Zustand <i>forwarding</i> ; <i>alternate</i> Ports, <i>disabled</i> Ports und <i>backup</i> Ports im Zustand <i>discarding</i> .
Zustandsübergänge	RSTP ermöglicht eine sehr schnelle Wiederherstellung von Verbindungen, um den Verlust von Telegrammen zu minimieren. Der Übergang zum <i>forwarding</i> Zustand kann bei <i>root</i> und <i>designated</i> Ports ohne den Ablauf von Timern erfolgen. Ein <i>root</i> Port kann diesen Übergang ohne Empfang oder Senden von Telegrammen anderer Bridges vollziehen. Ein <i>designated</i> Port kann nur dann in den Zustand <i>forwarding</i> übergehen, wenn er ein spezielles <i>agreement</i> Telegramm empfängt, das durch eine andere Bridge im dem Netzwerk gesendet wurde. Die Verzögerung ist dabei unabhängig von der Größe des Netzwerkes. Nur im Falle des Verlustes von RSTP-Telegrammen oder der Überschreitung von Transferraten werden Timer wirksam.
Stabiles Netzwerk	In einem stabilen Netzwerk stellt jede Bridge eine Verbindung von dem <i>root</i> Port zu den <i>designated</i> Ports her. Durch diese Verbindungen werden alle LANs verbunden (it's spanning) und ist schleifenfrei (is a tree). Im Falle der integrierten Switches liegt aber immer nur ein <i>root</i> und ein <i>designated</i> Port vor. Unter LAN wird dann immer der hinter diesem Port liegende Teil des Ringes verstanden. Die Struktur ist wesentlich einfacher.
Änderung von Spanning Tree Informationen	Ändert sich die physikalische Verbindung, so werden sehr schnell <i>spanning tree</i> Information im Netzwerk verbreitet. Dabei akzeptiert jede Bridge diese Informationen von anderen Bridges und LANs. Dabei werden aktualisierte Informationen durch die <i>designated</i> Port übertragen, bis sie die Blätter des aufgespannten Baumes erreicht haben. Die Anregung und Übertragung endet, wenn eine solche Information <i>designated</i> Ports erreichen, die bereits die Informationen über redundante Pfade erreicht haben.
Alterung und Verwerfen von Konfigurationsnachrichten.	Um sicherzustellen, dass alte Informationen endlos zirkulieren und die Verbreitung neuer Informationen verhindern, enthält jede Konfigurationsnachricht eine Altersangabe (<i>message age</i>) und eine Angabe des maximalen Alters (<i>maximum age</i>). Das Nachrichtenalter wird bei jedem Empfang inkrementiert. Überschreitet der Wert das maximale Alter, wird die Nachricht verworfen und nicht weitergeleitet. Damit haben diese Nachrichten auch nur eine begrenzte Reichweite im Netzwerk.
Änderung des Zustandes eines Ports	Aus den geänderten Spanning Tree Informationen kann ein <i>root</i> oder <i>designated</i> Port in den Zustand <i>forwarding</i> geschaltet werden. Über die weiteren Einzelheiten der Portstatusumschaltung soll hier nicht weiter eingegangen werden. Die detaillierte Beschreibung ist in Std IEEE 802D-2004 zu finden.

Schalten auf forwarding

Kommen 2 Ports, wie in Bild 12-2 gezeigt, miteinander in Verbindung, d.h. die Verbindung wird wiederhergestellt, so gehen beide Ports in den Zustand *designated* und die Rolle *discarding*, d.h. sie verwerfen Nutzdatentelegramm, tauschen aber RSTP-BPDUs miteinander aus. Wenn Teilnehmer 2 eine BPDU von der *root* Bridge über seinen Port 1 empfängt, so blockiert er sofort seinen als *root* Port¹ arbeitenden Port 2 und autorisiert seinen Port in 1 zu *forwarding*. Den neuen Zustand zeigt Bild 12-3.

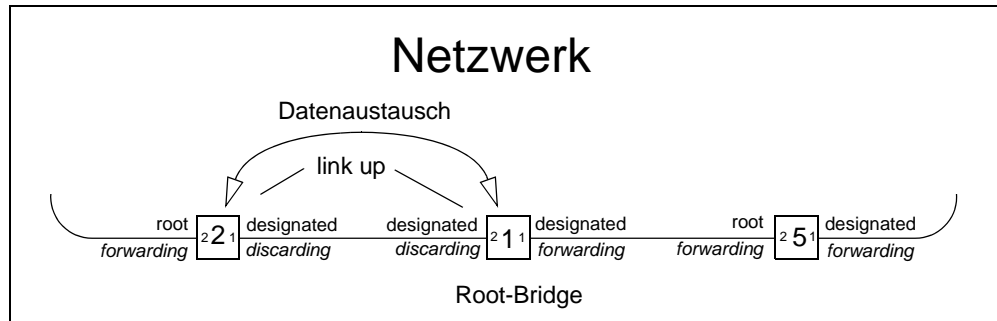


Bild 12-2 RSTP, Austausch von Informationen

Port 1 von Teilnehmer 3 und Port 2 von Teilnehmer 2 behalten ihre Rollen, aber befinden sich jetzt im Zustand *discarding*. Es werden wieder Daten ausgetauscht die Unterbrechung wandert sehr schnell auf dem Netzwerk weiter, bis sich ein stationärer Zustand mit einem alternate Port einstellt. In diesem Ablauf ist kein Timer integriert, so dass die Rekonfiguration sehr schnell abläuft.

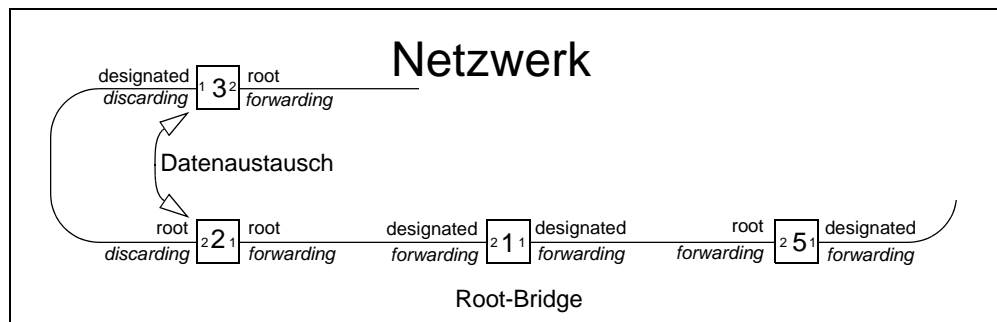


Bild 12-3 RSTP, Schalten auf forwarding

1. Das gilt nur für die nicht Edge-Ports, d.h. Ports, die im Ring bzw. Segment verbunden sind und ggf. einen Ring bilden können. SIPROTEC 4-Geräte haben grundsätzlich nur 2 nicht-Edge-Ports, die im Ring angeordnet sind. Der Port des Geräteswitches zum FEC des Prozessors ist ein Edge-Port.

Stationärer Zustand

Im stationären Grundzustand (s. Bild 12-4) sind alle Geräte miteinander und mit dem Switch verbunden: es existiert ein physikalischer geschlossener Ring mit einer logischen Trennstelle.

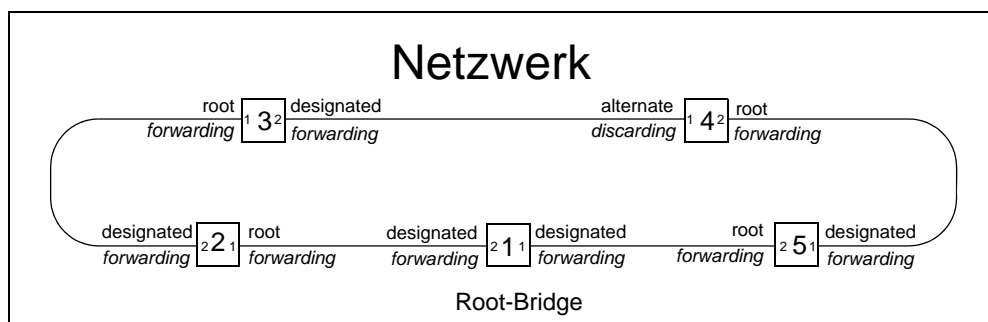


Bild 12-4 RSTP-Netzwerk im stationären Zustand

Alle Ports sind in Bezug auf Nutzdaten im Zustand *forwarding*, d.h. sie leiten Nutzdaten weiter. Das gilt nicht für den *alternate* Port. Dieser ist im Zustand *discarding* und kann keine Nutzdatenelemente weiterleiten. Das ist die logische Trennstelle im Ring.

Die Root-Bridge ist der Switch mit der höchsten Priorität (Null ist die höchste Priorität). Ihm gegenüber liegt i.d.R. der *alternate* Port.

Zur Steuerung des Ringes dienen RSTP-Telegramme, die unabhängig vom Zustand immer gesendet und empfangen werden können. Das gilt aber nicht für *Hello*-Telegramme, die nur von *designated* gesendet werden können.

Trennung am *alternate* Port

Bild 12-5 zeigt den Zustand zwischen *alternate* und *designated* Port unmittelbar nach der Unterbrechung im stationären Zustand wie in Bild 12-4 gezeigt. Der Link-Status signalisiert die Unterbrechung und beide Ports gehen auf *disabled*, d.h. diese Ports leiten keinerlei Messages mehr weiter.

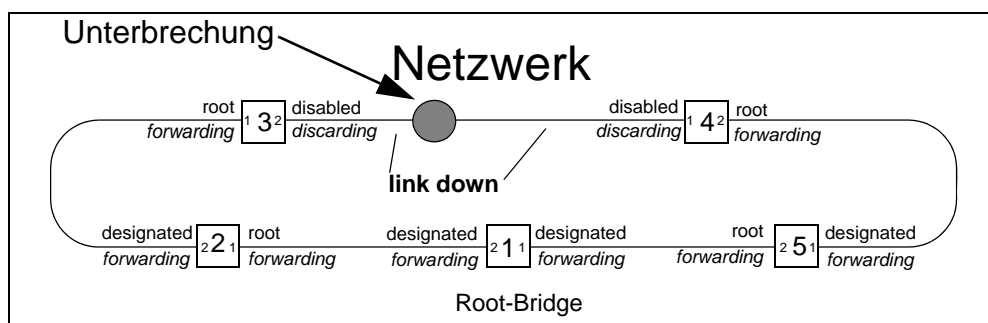


Bild 12-5 RSTP-Ring, Unterbrechung am alternate Port

Wird die Verbindung wiederhergestellt, dann wird wieder wie in Bild 12-2 dargestellt, begonnen, nur wird auf Grund der spanning tree Informationen kein großes Wandern der logischen Trennstelle erfolgen. Der in Bild 12-6 dargestellte Zustand wird sehr schnell erreicht.

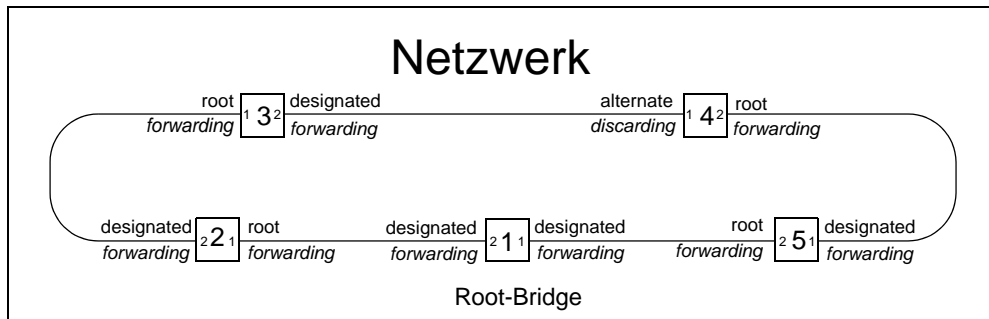


Bild 12-6 RSTP-Netzwerk, wieder stabil

12.2 Systemversionen vs. Funktionalität

Hinweise zu Funktionserweiterungen und Fehlerkorrekturen bei unterschiedlichen Modul-Firmware-Versionen finden Sie im Internet. Dort finden Sie unter anderem aktuelle Readme-Files bei Freigabe neuer Modul-Firmware-Versionen.

Glossar

BRCB	Buffered Report Control Block
CPU	Central Processing Unit
CFC	Continuous Function Chart
DB	Doppelbefehl
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DIGSI	Parametriersystem für SIPROTEC 4-Geräte
DM	Doppelmeldung
EB	Einzelbefehl
EM	Einzelmeldung
FEFI	Far End Fault Indication
GOOSE	Protokoll der IEC 61850 zur Kommunikation zwischen Feldgeräten
HSR	High-availability Seamless Redundancy
ICD	IED Configuration Description
IP	Internet Protokoll
LAN	Local Area Network
MIB	Management Information Base, Beschreibungsfile für SNMP
MMS	Manufacturing Message Specification
PICS	Protocol Implementation Conformance Statement
PRP	Parallel Redundancy Protocol

RSTP	Rapid Spanning Tree Protocol
SCD	Station Configuration Description
SNMP	Simple Network Management Protocol
SNTP	Simple Network Time Protocol
SST	Systemschnittstelle
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
URCB	Unbuffered record control block

Index

A

- Anzeige
 - Modulinformationen 7-14

C

- Checkliste 11-1
 - externe Switches einstellen 11-4
 - interne Switches einstellen 11-10
 - Vorarbeiten 11-2, 12-7
 - weitere Kontrollen 11-11

D

- DHCP
 - Funktion 3-3
- DIGSI
 - Anlagenmanger 3-7
 - Einstellung
 - Multicastfilter 7-15
 - RSTP-Parameter 3-11
 - Schnittstellenparameter 3-10
 - Zeitsynchronisation 3-8
 - Parametrierung 6-4
 - Modulmeldung 9-1
 - Systemkonfigurator 3-13
 - Abschluss der Konfiguration 3-18
 - Netzwerkeinstellungen 3-15
 - Verknüpfungen und Verschaltungen 3-17
 - Systemschnittstelle
 - Auswahl 3-8
 - Verbinden mit Gerät 3-4

E

- EN100-Modul
 - Aufbauausführung 2-2
 - Einbau ins Gerät 3-2
 - Einbauausführung 2-2
 - optische Schnittstelle 2-3
 - weitere Komponenten 2-3

F

- Fehlersuche
 - Hinweise 8-1

G

- Gerät
 - Einstellungen 3-3
- GOOSE
 - Anzeige in SNMP 7-15
 - Conformance statement 5-10
 - Multicastkreise 4-2
 - Performance 3-17

Gültigkeitsbereich des Handbuchs V-ii

H

- Homepage EN100-Modul 9-1
 - Fehlerpuffer 9-3
 - Statistics-Seite
 - Informationen 9-4

I

- ICD-File
 - Erzeugung 3-9
 - für (S)NTP-Server 3-16
- IEC 61850
 - MICS 5-13
 - PICS 5-3
 - PIXIT 5-12
- Inbetriebsetzung
 - Checkliste 11-1, 12-1

K

- Kabel
 - elektrische Schnittstelle 3-5
 - optische Schnittstelle 3-5
- Konformitätserklärung 5-1

M

- MICS 5-13
- MLFB
 - Systemschnittstelle 3-8
- Modul-Firmware
 - laden 3-3
- Multicastfilter
 - Funktion 4-14
 - Integration 4-13
 - Telegrammzähler 7-15

N

- Netzwerk
 - Einstellungen
 - manuell 3-8
 - optisch
 - Ringstruktur 3-6
 - Parameter
 - Anzeige 4-3
 - Ring
 - Steuerung 4-15
 - Struktur
 - doppelt 4-4
 - einfach 4-4
 - Ring 4-5

P

- Parametrierung
 - ICD-Datei 6-2
 - SCD-Datei 6-2
 - Systemkonfigurator 6-6

PICS 5-3

PIXIT 5-12

Q

Qualifiziertes Personal (Definition) *V-iii*

R

Redundanz 4-12

RSTP

- Hello Telegramm 12-7
- mathem. Hintergrund 4-20, 12-7
- Projektierungshinweise 4-16
- Stabilitätskriterium 12-8

RuggedCom Switch

- Login 11-4
- Portparameter 11-5
- RSTP-Parameter 11-7

S

SNMP

- Anzeige Link-Status und RSTP 7-14
- Anzeige RSTP-Parameter 7-16
- GOOSE-Informationen 7-15

SNTP

- Status 7-10
- Zeitsynchronisation 4-7

Switch

- Betriebsart 4-6
- extern 4-8
 - Einstellung 4-8
 - Einstellungen 11-4
 - Priorität 4-11
- integrierter
 - Betriebsarten 3-4
 - Einstellung 11-10
- intern 4-13

T

- Technische Daten 10-1
 - optischer Empfänger 10-2
 - optischer Sender 10-2

Typografische Konventionen *V-iii*

Z

- Zielgruppe des Handbuchs *V-ii*
- Zusatzinformation
 - Modulinformationsseite 7-9
 - Schaltbefehle 7-8
 - SNMP 7-13
 - Uhrzeitsynchronisation 7-2