



Binärer Informationsaustausch

Richtlinie für binären Informationsaustausch zwischen Selektivschutzeinrichtungen über einen Hilfskanal



© **Verband der Netzbetreiber - VDN – e.V. beim VDEW**

Robert-Koch-Platz 4, 10115 Berlin

Tel. 030/726 148-0, Fax: 030/726 148-200

info@vdn-berlin.de, www.vdn-berlin.de

Ausgabe: Februar 2006

Inhaltsverzeichnis

1.	Anwendungsbereich und Zweck	6
2.	Normative Verweisungen	7
3.	Begriffe und Abkürzungen	8
3.1	Begriffe	8
3.2	Abkürzungen	8
4.	Anforderungen an die Kommunikation	9
5.	Anforderungen an die Testfähigkeit	10
6.	Konfiguration und Anschlusstechnik.....	11
7.	Asynchrones Übertragungsverfahren	13
7.1	Architektur.....	13
7.2	Physikalische Schicht.....	13
7.3	Verbindungsschicht	13
7.4	Anwendungsschicht	15
7.5	Überprüfung und Fehlerbehandlung	16
8.	Synchrones Übertragungsverfahren	17
8.1	Architektur.....	17
8.2	Physikalische Schicht.....	17
8.3	Aufbau der Frames.....	18
8.3.1	HDLC – Frame Struktur	18
8.3.2	Der U – Frame.....	20
8.3.3	Der I - Frame	21
8.4	Grundlegende Prozeduren	24
8.4.1	Allgemeines	24
8.4.2	Login Prozedur	24
8.4.3	Telegrammquittierung und Empfangsfolgezähler.....	25
8.5	Informationsobjekte der Anwendungsschicht	28

8.6	Fehlerbehandlung	29
9.	Kompatibilität	31
9.1	Kommunikationskonfiguration.....	31
9.2	Physikalische Schicht.....	31
9.2.1	Übertragungsverfahren und -geschwindigkeiten	31
9.2.2	Optische Faser.....	32
9.2.3	Steckverbinder	32
9.2.4	Parametrierung.....	33
10.	Anhang A	34
	Stromversorgung nachrichtentechnischer Einrichtungen	34
11.	Anhang B	36
	Schutzsignalübertragung über digitale Übertragungsnetze.....	36
B1	Einleitung	36
B2	Signallaufzeiten in einem digitalen Übertragungsnetz.....	36
B3	Schutzsignalübertragungseinrichtung	37
B4	Schnittstellen zwischen Schutz- und Übertragungstechnik	38
B5	Übertragungswegführung und Wegumschaltung.....	39
B6	Stromversorgung.....	41
B7	Schlussfolgerungen.....	41

Vorwort

Die vorliegende VDN-Richtlinie beschreibt die serielle Wirkschnittstelle für den binären Informationsaustausch von Selektivschutzeinrichtungen über einen Hilfskanal. Sie wurde unter der Mitarbeit der für die Schutztechnik zuständigen Projektgruppe im Rahmen der Normungsarbeit in der Deutschen Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (DKE) erarbeitet. Der Richtlinienentwurf ist bis auf Anhang B identisch mit dem Entwurf DIN 40808.

Der sachliche Inhalt des Hauptteils dieser Richtlinie soll ohne die Anhänge als Grundlage eines internationalen Norm-Entwurfes für das Technische Komitee TC 95 der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) dienen.

Die ehemalige VDEW-Richtlinie „Schutzsignalübertragung über digitale Übertragungsnetze“ wurde von der PG „Leitfaden Schutzsysteme“ im Rahmen der Erarbeitung des Leitfadens inhaltlich an die Spezifikationen dieser neuen Richtlinie angepasst und als Anhang B an den Hauptteil angegliedert. Sie gibt Anforderungen an, die für die Schutzsignalübertragung über digitale TK-Netze zu beachten sind. Für den praktischen Einsatz enthält sie Lösungsvorschläge.

Da beide Papiere inhaltlich zusammengehören, wurden Sie in der vorliegenden Richtlinie zusammengefasst. Sie wurde vom Vorstand des VDN als technische Richtlinie verabschiedet und wird den Mitgliedsunternehmen zur Anwendung empfohlen.

1. Anwendungsbereich und Zweck

Diese Richtlinie gilt für den Informationsaustausch zwischen Selektivschutzeinrichtungen in Hoch- und Mittelspannungsnetzen mittels serieller Übertragung über Kommunikationskanäle für Schutzprinzipien mit dem Austausch binärer Informationen (z.B. Signalvergleich, Mitnahme).

Mit Hilfe der in dieser Richtlinie getroffenen Festlegungen ist ein kompatibler Datenaustausch zwischen Selektivschutzeinrichtungen möglich. Die Richtlinie ist nach dem OSI-Schichtenmodell für offene Kommunikationssysteme gegliedert.

Für Schutzsysteme mit Austausch binärer Informationen stehen alternativ zwei Übertragungsverfahren zur Auswahl, die in den Abschnitten 7 und 8 beschrieben sind.

ANMERKUNG: Zusätzlich zu den Festlegungen für Schutzprinzipien mit dem Austausch binärer Signale in heterogenen Schutzkonzepten mit Geräten verschiedener Hersteller, werden Anforderungen an das Übertragungssystem (Schicht 1) festgeschrieben, die für homogene Systeme mit Geräten eines Herstellers für Messgrößen- und Phasenvergleichsprinzipien Anwendung finden können.

2. Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN EN 60255-6 (VDE 0435 Teil 301):1994, *Elektrische Relais – Teil 6: Messrelais und Schutzrichtungen (IEC 60255-6:1988, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60255-6:1994*

DIN IEC 60255-11:1992, *Elektrische Relais; Unterbrechungen und Welligkeit in Gleichstrom – Hilfsgrößen von Meßrelais; Identisch mit IEC 60255-11:1979*

IEC 60874-10-1:1997, *Connectors for optical fibres and cables – Part 10-1: Detail specification for fibre optic connector type BFOC/2,5 terminated to multimode fibre type A1*

ISO/IEC 13239:2002, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – High-level data link control (HDLC) procedures*

ITU-T X.21:1992, *Interface between data terminal equipment and data circuit-terminating equipment for synchronous operation on public data networks*

3. Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Loop-Back-Betrieb

Der Loop-Back-Betrieb wird zum Test der Kommunikationsverbindung verwendet. Im Loop-Back-Betrieb können Sende- und Empfangskanal an beliebigen Stellen des Übertragungssystems kurzgeschlossen werden um die zwischen Selektivschutzeinrichtung und Kurzschlussstelle liegenden Übertragungseinrichtungen zu überprüfen.

3.2 Abkürzungen

CRC	Cyclic redundancy check
DÜE	Datenübertragungseinrichtung
FCS	Blockprüfzeichenfolge (en: frame check sequence)
HDLC	High level data link control
Linecode FMO	Digital Encoding with a level transition at all bit edges and transition at the center of the bit time for a bit value of '0', named Bi-Phase Space (FMO)

4. Anforderungen an die Kommunikation

Bei Anschaltung von Schutzeinrichtungen an die Übertragungstechnik sind die für Schutzeinrichtungen geltenden Randbedingungen zu beachten. Die ordnungsgemäße Funktion der Kommunikation für Schutzsysteme muss auch während Netzkurzschlüssen oder Fehlern in der Hochspannungsanlage sichergestellt sein.

Kurzschlüsse in Hilfsenergiekreisen der Kommunikationstechnik müssen in weniger als 20 ms abgeschaltet werden. Diese Zeitspanne muss von den Stromversorgungen der Kommunikationseinrichtungen überbrückt werden.

Bezüglich der maximal zulässigen Unterbrechungszeit der Stromversorgung unterliegen Schutzeinrichtungen DIN IEC 60255-11. Übertragungseinrichtungen unterliegen DIN EN 60255-6 (VDE 0435 Teil 301), wenn sie integraler Bestandteil der Schutzeinrichtungen sind (siehe Anhang A).

Die maximale Übertragungszeit des Kommunikationskanals soll 10 ms nicht überschreiten.

5. Anforderungen an die Testfähigkeit

Im kommunikationstechnischen Testbetrieb (Loop-Back Betrieb) sollen durch Kurzschließen der Sende- und Empfangsleitung an beliebigen Stellen des Übertragungssystems die zwischen Selektivschutzeinrichtung und Kurzschlussstelle liegenden Übertragungseinrichtungen überprüfbar sein. Für Diagnosezwecke überwachen und dokumentieren die kommunizierenden Geräte die Qualität der Kommunikationsverbindung.

Mit dem schutztechnischen Testbetrieb muss eine komplette Funktionskontrolle der Wirkverbindung zwischen den Schutzgeräten an jedem Leitungsende möglich sein. Für diesen Zweck wird vom schutztechnischen Testgerät ein Testsignal zum Gegengerät gesendet, von diesem gespiegelt und bei richtiger Übertragung vom Testgerät wieder empfangen. Das Testsignal darf am Gegengerät nicht zur Auslösung des Leistungsschalters führen.

6. Konfiguration und Anschlusstechnik

Jede Selektivschutzeinrichtung verfügt über eine oder mehrere, voneinander unabhängige Datenübertragungseinrichtungen (DÜE), die in Lichtwellenleitertechnik nach den unten angegebenen Spezifikationen ausgeführt sind. Je Datenübertragungseinrichtung ist für jede Übertragungsrichtung eine eigene Lichtwellenleiterfaser vorzusehen. Eine mechanische sowie elektrische Integration der Datenübertragungseinrichtung mit der Dateneneinrichtung ist möglich. Bild 1 zeigt den Ausbau mit einer Datenübertragungseinrichtung und einer Dateneneinrichtung. Die Anzahl der Datenübertragungseinrichtungen je Selektivschutzeinrichtung ist herstellerspezifisch und wird nicht vorgeschrieben.

Die Zeichenruhelage wird projektspezifisch festgelegt (siehe Abschnitt 9).

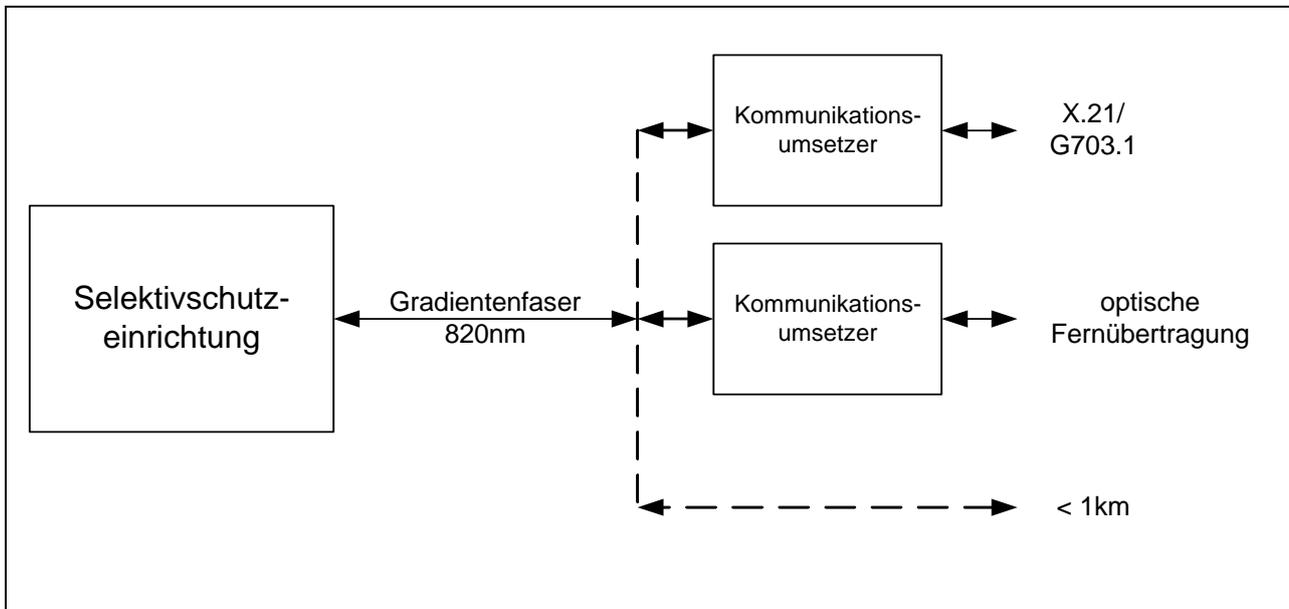


Bild 1 Kommunikationskonfigurationen

Für die Anschlüsse der Lichtwellenleiter an die DÜE der Selektivschutzeinrichtung sind Lichtwellenleiterstecker der Bauart BFOC/2,5 entsprechend IEC 60874-10-1 „BFOC/2,5 Fibre optic connector type terminated to multi-mode fibre type A1“ zugelassen. Es gelten die in Tabelle 1 getroffenen Festlegungen (Nahbereich: typisch $\leq 1000\text{m}$).

Eigenschaften	Gradientenfaser ¹⁾
Steckverbinder	BFOC/2,5
Optische Wellenlänge	820 - 860 nm
Temperaturbereich	-5... +55° Celsius
Sendeleistung	min. -16dBm
Empfangsleistung	min. -24dBm
Systemreserve	Min. + 3 dB

Tabelle 1 Kompatibles Lichtwellenleiter-Übertragungssystem

¹⁾ Bei Gradientenfasern stehen alternativ die Fasern 50/125 µm oder 62,5/125 µm zur Verfügung. Die in Tabelle 1 genannten Werte beziehen sich auf eine 62,5/125 µm-Faser.

Weitere mechanische Festlegungen zu Einbaulage, Kabelführung und -entlastung sind herstellerspezifisch und werden nicht vorgegeben.

7. Asynchrones Übertragungsverfahren

7.1 Architektur

Gemäß ISO/OSI Schichten-Architekturmodell werden die folgenden Schichten genutzt:

Schicht	Inhalt
Anwendungsschicht 7	Informationselemente gemäß Abschnitt 7.4
Verbindungsschicht 2	gem. Abschnitt 7.3
Physikalische Schicht 1	Schnittstelle der Selektivschutzeinrichtungen gem. Abschnitt 6

Tabelle 2 ISO/OSI Schichten Architektur

7.2 Physikalische Schicht

Die Standard-Übertragungsgeschwindigkeiten sind:

- 1,2 kbit/s
- 2,4 kbit/s
- 4,8 kbit/s
- 9,6 kbit/s
- 19,2 kbit/s
- 38,4 kbit/s

Die Verbindung zwischen zwei Schutzeinrichtungen ist beim asynchronen Übertragungsverfahren immer als „Punkt-zu-Punkt-Verbindung“ auszulegen.

7.3 Verbindungsschicht

Es wird ein UART-Protokoll mit fester Länge verwendet. Das Telegramm besteht aus 3 Oktetten mit je einem Start- und Stopp-Bit und hat somit eine Gesamtlänge von 30 Bit.

Ein Telegramm wird als geschlossener Block übertragen. Zwischen den Telegrammen ist eine Pause von mindestens $8 t_0$ (t_0 = Dauer eines Bits) und höchstens $10 t_0$ einzufügen, um die Synchronisation zu vereinfachen.

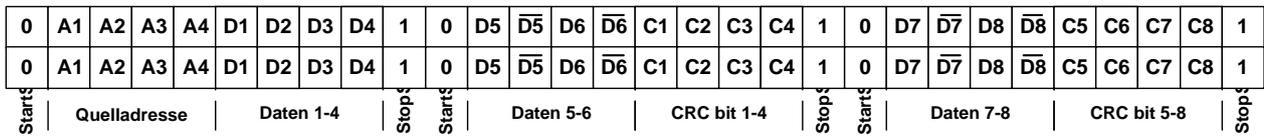


Bild 2 Telegrammaufbau

Geräteadresse

Die 4 Bit Geräteadresse ist eine eindeutige Kennzeichnung eines Gerätes. Hier wird die Adresse des Gerätes in Senderichtung (Quelladresse) und in Empfangsrichtung (Empfangsadresse) getrennt eingestellt (Einstellbereich 1...10). Die Adresse 0 wird ausschließlich für den Testbetrieb verwendet, vgl. Abschnitt 5.

Die Bit-Codierung der Adressen ist so gewählt, dass diese nie identisch zu den an gleicher Position angeordneten Informationsinhalten codiert sind.

	A1	A2	A3	A4	Bemerkung
Adresse 0	0	0	0	0	Loop-Back
1	0	0	0	1	
2	0	0	1	0	
3	0	0	1	1	
4	0	1	0	0	
5	0	1	1	1	
6	1	0	0	0	
7	1	0	1	1	
8	1	1	0	0	
9	1	1	0	1	
10	1	1	1	0	

Tabelle 3 Codierung der Adressen

Datencodierung

In insgesamt 12 Bit werden die auszutauschenden 8 binären Signale verschlüsselt. 4 Signale werden als 1-Bit und 4 Signale in 2-Bit codiert, um die Datenintegrität zu erhöhen.

Dabei sind die 4 1-Bit Informationen im ersten Oktett enthalten und je 2 der 2-Bit Informationen auf die zwei anderen Oktette verteilt.

CRC-Checksumme

Die 8 Bit CRC-Checksumme (CRC = Cyclic Redundancy Check) dient zur Datensicherung auf dem Übertragungskanal. Die 8 Bit CRC Daten sind als je 4 Bit in Oktett 2 und 3 enthalten.

Zur Berechnung der CRC-Checksumme wird folgendes Generatorpolynom verwendet:

$$G(x) = x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x + 1 \text{ (CRC-8)}$$

7.4 Anwendungsschicht

Mit dem hier beschriebenen Verfahren für Schutzprinzipien mit dem Austausch binärer Signale wird der kompatible Datenaustausch ermöglicht. Dabei erfolgt ausschließlich eine Übertragung des Abbildes von Signalen.

Anlauf

Mit dem Einschalten der Schutzeinrichtung bzw. dem Aktivieren der Funktion für den Austausch binärer Signale beginnt die Schutzeinrichtung mit dem Aussenden von Datenblöcken, auf den sich die empfangende Seite aufsynchronisiert.

Normalbetrieb

Im Normalbetrieb senden die Schutzeinrichtungen fortlaufend Telegramme gem. Abschnitt 7.3.

Für das asynchrone Übertragungsverfahren werden die folgenden Informationselemente empfohlen (alle Elemente müssen generell frei konfigurierbar sein).

Informationselement	Information	Empfohlene Liefereinstellung
Bit 1	konfigurierbar	Bit 1 = 1: Distanz-/Überstromzeitschutz Senden L1
Bit 2	konfigurierbar	Bit 2 = 1: Distanz-/Überstromzeitschutz Senden L2
Bit 3	konfigurierbar	Bit 3 = 1: Distanz-/Überstromzeitschutz Senden L3
Bit 4	konfigurierbar	Bit 4 = 1: Erdfehlerrichtungsschutz Senden L1
Bit 5	konfigurierbar	Bit 5 = 1: Erdfehlerrichtungsschutz Senden L2
Bit 6	konfigurierbar	Bit 6 = 1: Erdfehlerrichtungsschutz Senden L3
Bit 7	konfigurierbar	Bit 7 = 1: Echo für freigabeverfahren
Bit 8	konfigurierbar	Bit 8 = 1: Signale werden im Testmodus gesendet

Tabelle 4 Informationselemente

Signale von nicht konfigurierten Informationselementen werden an der entsprechenden Bitposition zu 0 gesetzt.

7.5 Überprüfung und Fehlerbehandlung

Von der empfangenden Station werden folgende Regeln überprüft:

- fortlaufender Empfang von Telegrammen gemäß Abschnitt 7.3
- korrektes Framing mit Start/Stopp-Bit und Adresse
- Überwachung der korrekten komplementären Codierung der Datenbits 5 bis 8
- Überwachung der CRC-Checksumme

Die Auswertung und Anzeige von Fehlern, statistische Analysen sowie die Reaktion der Selektivschutzeinrichtung sind herstellerepezifisch und nicht Bestandteil dieser Richtlinie.

8. Synchrones Übertragungsverfahren

8.1 Architektur

Für das synchrone Übertragungsverfahren kommt folgende Norm zur Anwendung:

ISO/IEC 13239, Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - High-level data link control (HDLC) procedures.

Gemäß ISO/OSI Schichten-Architekturmodell werden die folgenden Schichten genutzt:

Schicht	Inhalt
Anwendungsschicht 7	Informationsobjekte gemäß Abschnitt 8.5
Vermittlungsschicht 3	Auswahl aus
Verbindungsschicht 2	ISO/IEC 13239: HDLC procedures
Physikalische Schicht 1	Schnittstelle der Selektivschutzeinrichtungen gemäß Abschnitt 6

Tabelle 5 ISO/OSI Schichten Architektur

8.2 Physikalische Schicht

Für den hier beschriebenen Einsatzfall in der Selektivschutztechnik kommt entsprechend der ITU-T-X.21-Empfehlung nur der "Dienst mit festen Verbindungen Punkt-zu-Punkt und Paketvermittlung" gemäß Abschnitt 8.3.1 zum Einsatz. Das entsprechende Zustandsdiagramm für die Schnittstelle ist in der ITU-T-X.21-Empfehlung in Bild A-3/X.21 dargestellt, jedoch wird nur die Punkt-zu-Punkt-Verbindung angewendet.

Aussagen zum Verbindungsaufbau und zur Verbindungssteuerung in der ITU-T-X.21-Empfehlung haben keine Relevanz. Als Alternative zur X.21-Schnittstelle kann auch für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen die Schnittstelle G.703-64kbit/s zur Anwendung kommen.

Spezielle Testbetriebsarten für die Selektivschutzfunktionalität haben keinen Einfluss auf die Übertragungseinrichtung.

Für die Taktgenerierung der synchronen Verbindung müssen zwei Betriebsfälle unterschieden werden:

die direkte LWL – Verbindung

der Anschluss an das Telekommunikationsnetzwerk.

Bei einem Anschluss an das Telekommunikationsnetzwerk ist die Schnittstelle zum Netzwerk Taktmaster, d.h. der von ihr erzeugte Takt ist für beide Datenleitungen, Tx und Rx, bindend. Der Takt aus dem Rx –Signal muss intern überbrückt und für das Tx –Signal verwendet werden. Bei einer direkten LWL – sind beide Schutzgeräte Taktmaster. Die Kodierung des Taktsignals Clk und der Daten Tx oder Rx wird über den LWL – Linecode FMO realisiert.

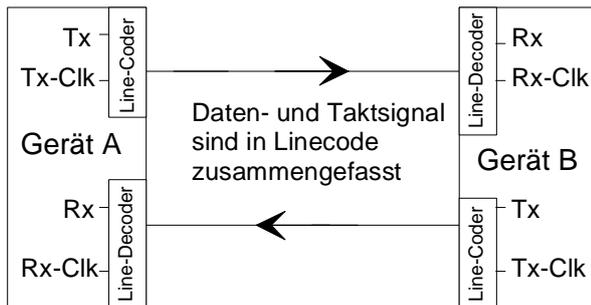


Bild 3 Verbindung zwischen Schutzgeräten mit synchroner Schnittstelle

8.3 Aufbau der Frames¹

8.3.1 HDLC – Frame Struktur

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Bestandteile des HDLC- Frames¹ und deren Bedeutung festgelegt.

Es werden folgende Festlegungen getroffen:

Die Länge der Frame Check Sequence (Blockprüfzeichenfolge) eines HDLC - Frames beträgt 32 Bit; sie wird gebildet nach ISO/IEC 13239

- die Geräteadresse hat die Länge von 16 Bit
- die Telegramm - ID hat die Länge von 8 Bit.

Alle zu übertragenden Bits inklusive der Start - und Stopp - Flags bilden einen HDLC – Frame. Die beiden auf das Start-Flag folgenden Oktette bilden die Geräteadresse.

¹ Der Begriff „Frame“ wird in diesem Dokument gleichbedeutend mit „Telegramm“ verwendet

HDLC – Frame					
Start-Flag (1 Oktett)	Geräte- adresse (2 Oktette)	Dateneinheit (Nutzdaten)		Frame Check Se- quence (4 Oktette)	Stopp- Flag (1 Oktett)
		Telegramm ID (Nutzdaten Ver- mittlungsschicht) (1 Oktett)	Informationen (Nutzdaten An- wendungsschicht) (1...n Oktette)		

Bild 4: HDLC-Frame

Auswahl aus ISO/IEC 13239:

Blockbegrenzungsfolge, bezeichnet als Start-Flag oder Stopp-Flag.

Geräteadresse

Die Geräteadresse ist eine eindeutige Kennzeichnung eines Schutzgerätes. Sie ist die Schicht 2 Adresse.

Blockprüfzeichenfolge, bezeichnet als Frame Check Sequence oder FCS.

Festlegungen in dieser Richtlinie.

Telegramm - ID

Die Telegramm - ID dient zur Identifizierung der Telegramme. Sie ist die Schicht 3 Adresse.

Empfangsfolgezähler

Der Empfangsfolgezähler dient zur Kontrolle der Kommunikation sowie für den Telegramm-Quittierungsdienst.

Verwendete Frame-Typen

Für die hier beschriebene Anwendung einer Punkt zu Punkt Verbindung, ' *point-to-point-connection*', ist die Definition von zwei Frame-Typen ausreichend. Es sind dies:

- der U-Frame
- der I-Frame

8.3.2 Der U – Frame

Der U-Frame enthält keine Daten der Anwendungsschicht. U-Frames werden für Etablierung, Test und Steuerung der Schichten 2 und 3 gesendet. Der U-Frame ist durch das höchstwertige Bit in der Telegramm ID gekennzeichnet. Wenn das Bit **nicht** gesetzt ist wird ein U-Frame übertragen.

Der korrekte Empfang eines U-Frames wird vom Empfänger nicht quittiert.

Receive-Ready-Frame

Der Receive-Ready-Frame (RR-Frame) wird für Aufbau, Test und Überwachung der physikalischen Kommunikationsverbindung verwendet. Der RR - Frame ist ein 'general call' mit der Geräteadresse 0000H. Die Telegramm -ID ist in diesem Frame nicht notwendig. Um aber eine durchgängige Auswertung der Telegramme zu garantieren und eine höhere Datensicherheit zu gewährleisten, wird die Telegramm -ID auf den Wert 00H festgelegt. Der Empfang eines RR-Frames bedeutet, dass eine physikalische Verbindung zwischen zwei Schutzgeräten besteht.

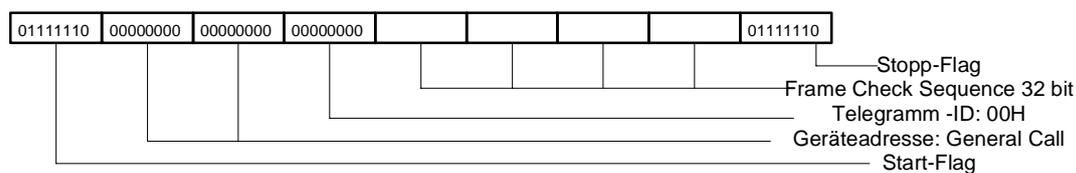


Bild 5 Receive Ready – Frame

Der Login - Frame

Ein weiterer U-Frame mit 'general call' - Eigenschaften ist der Login - Frame. Im Gegensatz zum RR- und Test-Frame transportiert der Login-Frame auch Schicht 3 Information. Bei einem gelungenen Kommunikationsaufbau ist der Login - Frame der letzte gesendete 'general call' und somit auch der letzte U-Frame. Da im Login - Frame die eigene Geräteadresse der Gegenstelle bekannt gegeben wird, muss die Gegenstelle dann für die weitere Kommunikation diese Adresse verwenden.

Der folgende erste Frame mit Geräteadresse und Informationen wird als Login - Acknowledge -Frame bezeichnet. Er ist der erste Information Frame (I-Frame). Nach Empfang dieses ersten I-Frames ist der Kommunikationsaufbau beendet.

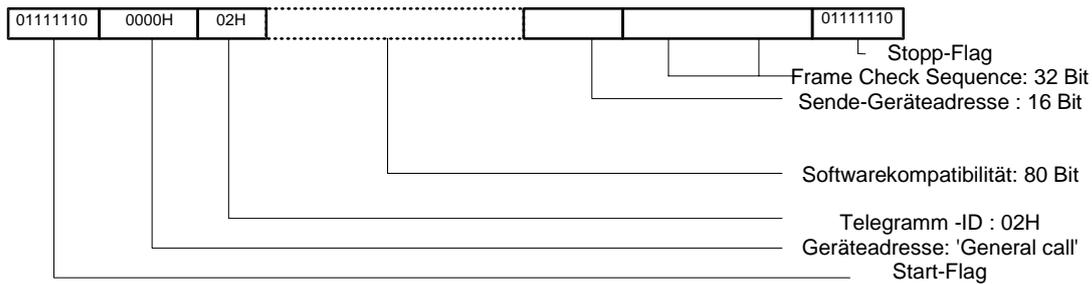


Bild 6 Login - Frame

Zusätzlich zur eigenen Geräteadresse wird noch ein Softwarekompatibilitätsschlüssel übertragen. Durch die Übertragung des Softwarekompatibilitätsschlüssels wird eine stabile Kommunikation gewährleistet, falls die hier definierten Verfahren weiter entwickelt werden.

Der Softwarekompatibilitätsschlüssel besteht aus einem 10 Oktette langen Code aus ASCII Zeichen. Für die vorliegende Richtlinie lautet er: „**TELEPROTO1**“

8.3.3 Der I - Frame

Im Gegensatz zum U-Frame beinhaltet der I-Frame mindestens auch Schicht 3 Information. Durch einen Empfangsfolgezähler ist eine Quittierung der empfangenen Telegramme vorgesehen. Eine genauere Beschreibung der Quittierungsfunktion erfolgt in Abschnitt 8.4.3. Ein 'general call' ist mit einem I-Frame nicht definiert.

Ein I -Frame kann nur zwischen zwei kommunikationstechnisch verbundenen Schutzgeräten (nach der Login - Prozedur) ausgetauscht werden. Als Erkennung eines I-Frames dient das 8. Bit in der Telegramm ID. Im Gegensatz zu dem U-Frame ist dieses Bit beim I-Frame immer gesetzt.

Der Aufbau des I – Frames

Die folgende Abbildung zeigt die Struktur des I-Frames.

HDLC – Frame					
Start-Flag (1 Oktett)	Geräte – Adresse (2 Oktette) ≠ 0000H ≠ FFFFH	Dateneinheit (Nutzdaten)		Frame Check Sequence (4 Oktette)	Stopp-Flag (1 Oktett)
		Telegramm ID (Nutzdaten Vermittlungsschicht) 1xxxxxxx	Informationen (Nutzdaten Anwendungsschicht) (1...n Oktette)		

Bild 7 Struktur eines I-Frames

Die Geräteadresse beim I-Frame

Beim Empfang von I-Frames enthält das Feld Geräteadresse die eigene Geräteadresse, da die Gegenstelle den HDLC-Frame mit der ihm bekannten Zieladresse versendet hat.

Aufbau der Dateneinheit in einem I – Frame

Die Verwaltung der Telegramm - ID übernimmt eine Schicht 3 - Instanz. Diese Instanz ist verantwortlich für das korrekte Auspacken und Routen der in der Dateneinheit enthaltenen Daten (Standard - Header, Informationen und Informationsobjekte).

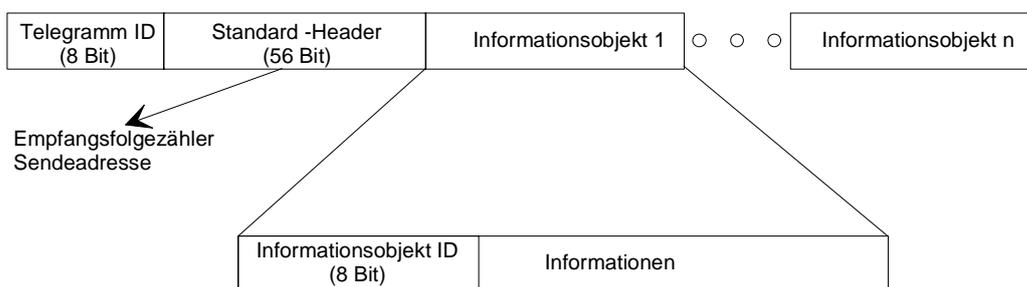


Bild 8 Aufbau der Dateneinheit in einem I-Frame

Die Telegramm ID beim I-Frame gibt die Anzahl der im Telegramm enthaltenen Informationsobjekte an.

Bit Nr.	Beschreibung
1 -4	Informationsobjektanzahl, 4 Bit (1-16); gibt die Anzahl der Informationsobjekte an, die sich in einem Telegramm befinden. Entsprechend diesem Dokument sind 2 Informationsobjekte enthalten, vgl. Abschnitt 8.5, also: Bit 1 = 0 Bit 2 = 1 Bit 3 = 0 Bit 4 = 0
5-7	Bit 5 = 0 Bit 6 = 0 Bit 7 = 0
8	Bit 8 = 1 : I – Frame (= U / I-Frame Bit)

Tabelle 6 Telegramm – ID

Im Standard - Header werden telegrammspezifische Daten übertragen (Empfangsfolgezähler, Telegrammquittierung, Geräteadresse). Diese Daten werden von verschiedenen Informationsobjekten benötigt bzw. an der ISO/OSI - Schicht 3 terminiert. Um Redundanz zu vermeiden, werden diese Daten an dieser Stelle einmal zentral übertragen. Der Standard Header hat folgenden Aufbau:

Feld	Größe [Bits]	Beschreibung
Empfangsfolgezähler	16	Bit 1 - Bit 8: (1..255) laufende Telegrammnummer Bit 9 – Bit 16: Quittung des ältesten noch nicht quittierten Telegramms
Sendende Adresse	16	Geräteadresse der Gegenstelle
Telegramm Flags	24	Bit 1 – Bit 24: 0
Total:	56 Bits	

Tabelle 7 Standard – Header

Die Telegrammnummer 0 ist nicht zugelassen. Der Wert 0 ist für den Fall reserviert, dass keine Telegramme mehr zu quittieren sind (vgl. Abschnitt 8.4.3).

Die Informationsobjekte sind typischerweise der Anwendungsschicht zuzuordnen (siehe Abschnitt 8.5). Dennoch wird hier ein Informationsobjekt beschrieben, das kommunikationsspezifisch notwendig ist. Mit dem Informationsobjekt – ID 20H besteht die Möglichkeit zusätzliche Telegramme bei Telegramm-Überhang zu quittieren (vgl. Abschnitt 8.4.3). Es hat folgende Gestalt:

Feld	Größe [Bits]	Beschreibung
Informationsobjekt - ID	8	20H
zu quittierende Telegramme	24	Es können mit diesem Informationsobjekt bis zu 3 Telegramme quittiert werden. Dies erfolgt durch Eintragen der Telegrammnummern. Sollen weniger als 3 Telegramme quittiert werden, ist der Wert 00H einzutragen.
Total :	32	

Tabelle 8 Informationsobjekt Nr. 20H zur Quittierung bei Telegramm-Überhang

Auf die Verwendung des Informationsobjekts 20H wird in Abschnitt 8.4.3 in der Beschreibung zum Telegrammzyklus eingegangen.

8.4 Grundlegende Prozeduren

8.4.1 Allgemeines

Nach dem Einschalten der Geräte oder nach Aktivierung der Kommunikationsschnittstellen beginnen die Geräte zyklisch Receive Ready Frames zu senden. Nach erfolgreicher Login Prozedur müssen die Geräte mit einer Zykluszeit von 5 ms über I-Frames kommunizieren. Jeder I-Frame enthält immer die beiden in Abschnitt 8.5 definierten Informationsobjekte 75H und 50H. Die zyklische Übertragung dient zugleich der Aufrechterhaltung und Überprüfung der Kommunikationsverbindung.

8.4.2 Login Prozedur

Die Login Prozedur ist die erste elementare Funktion. Sie gliedert sich in zwei Teile:

- das Etablieren einer Verbindung (Schicht 1 und 2)
- die Validierung des Logins

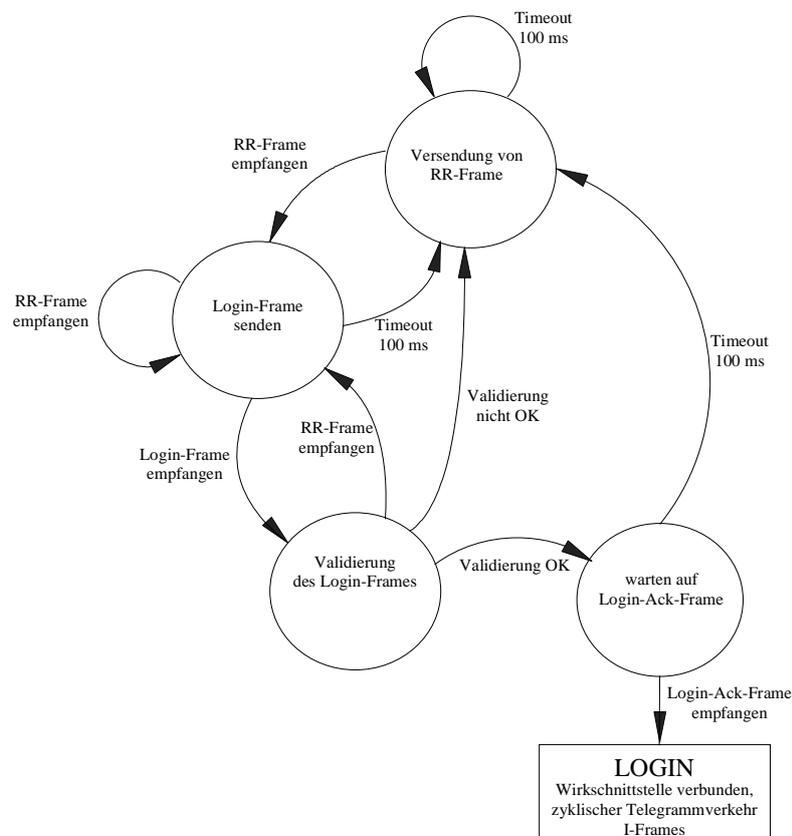


Bild 9 Die Login Prozedur

8.4.3 Telegrammquittierung und Empfangsfolgezähler

Der Empfangsfolgezähler wird nur im I-Frame geführt. Der Empfangsfolgezähler ist Teil des Standard Header eines I-Frames, vgl. Abschnitt 8.3.3.

Der Empfangsfolgezähler hat zwei Aufgaben:

1. Er dient zur Kontrolle der Kommunikation und ist ein Indikator für die Stabilität der Kommunikation.
2. Er wird für den Telegramm - Quittierungsdienst der Schicht 3 verwendet.

Im Empfangsfolgezähler ist das erste Oktett für die Nummer des laufenden Telegramms reserviert, mit dem zweiten Oktett wird das älteste noch nicht quittierte und einwandfrei empfangene Telegramm quittiert.

Der Sender vergibt zyklisch jedem Telegramm eine Nummer von 1 bis 255. In einem der darauf folgenden Telegramme quittiert der Empfänger den Erhalt des Telegramms, indem er die empfangene Telegrammnummer erwidert.

Die Ziffer 0 ist reserviert, falls keine Telegramme mehr zu quittieren sind. Die maximale Nummer der nicht quittierten Telegramme darf den Wert 20 nicht überschreiten. Werden mehr als 20 Telegramme nicht quittiert, wird die Übertragung als nicht mehr zulässig abgebrochen und die Schutzgeräte müssen ein neues gegenseitiges Log - In ausführen.

Nachfolgend wird anhand von Beispielen die Abfolge bei der Telegrammquittierung beschrieben.

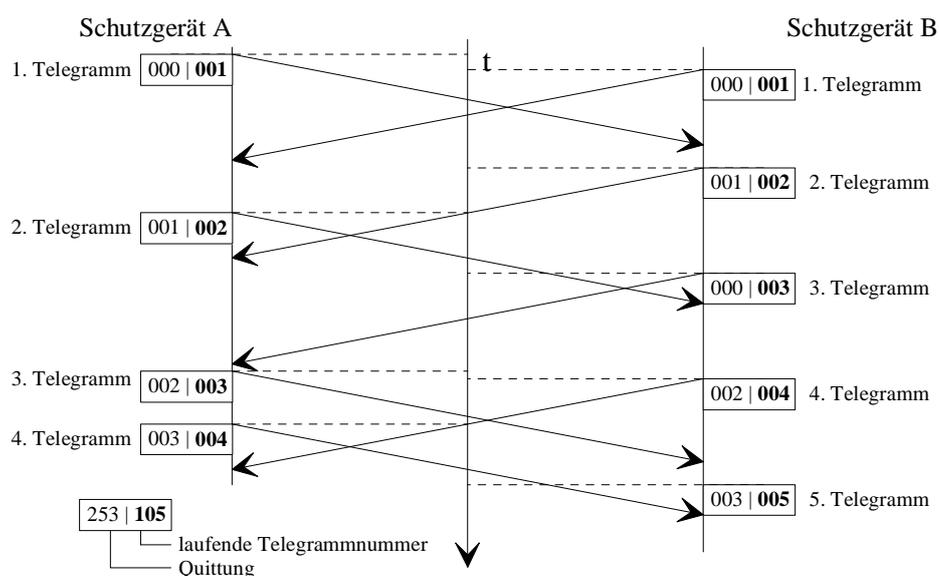


Bild 10 Telegramm-Quittierung und Empfangsfolgezähler

Das Schutzgerät A sendet das 1. Telegramm. Zu dieser Zeit hat A noch keine Telegramme vom Schutzgerät B empfangen, der Wert der Quittung hat in diesem Fall den Wert 0. Beim Senden des 1. Telegramms von Schutzgerät B ist das 1. Telegramm von A bei B noch nicht eingetroffen, entsprechend kann B auch noch kein Telegramm quittieren und versendet ebenfalls eine 0 als Quittung.

Beim Versenden des 2. Telegramms von B wurde das 1. Telegramm von A empfangen. B kann dieses Telegramm quittieren. Anschließend versendet B wieder ein Telegramm, ohne zuvor von A ein Telegramm komplett empfangen zu haben. Der Wert der Quittung ist in diesem Fall auch wieder 0. Mit dem 2. Telegramm von A kann das Telegramm Nr.1 von B quittiert werden.

Beim 3. Telegramm vom Schutzgerät A hat A bereits 2 Telegramme von B empfangen, Telegramm Nr. 2 und 3. Das Schutzgerät A hat einen Telegramm - Überhang von zwei Telegrammen. In diesem Fall quittiert A das zuerst eingetroffene aber noch nicht quittierte Telegramm, also das Telegramm Nr. 2. Das Telegramm Nr. 3 wird der Gegenstelle B erst beim Versenden des Telegramm Nr. 4 quittiert.

Gestörter Empfang

Unter gestörtem Empfang versteht man, dass aufgrund eines Fehlers in der Schicht 1 oder 2 ein Telegramm nicht an die Schicht 3 weitergeleitet werden kann und die Schicht 3 das Telegramm nicht quittieren kann. Das folgende Bild verdeutlicht den Sachverhalt.

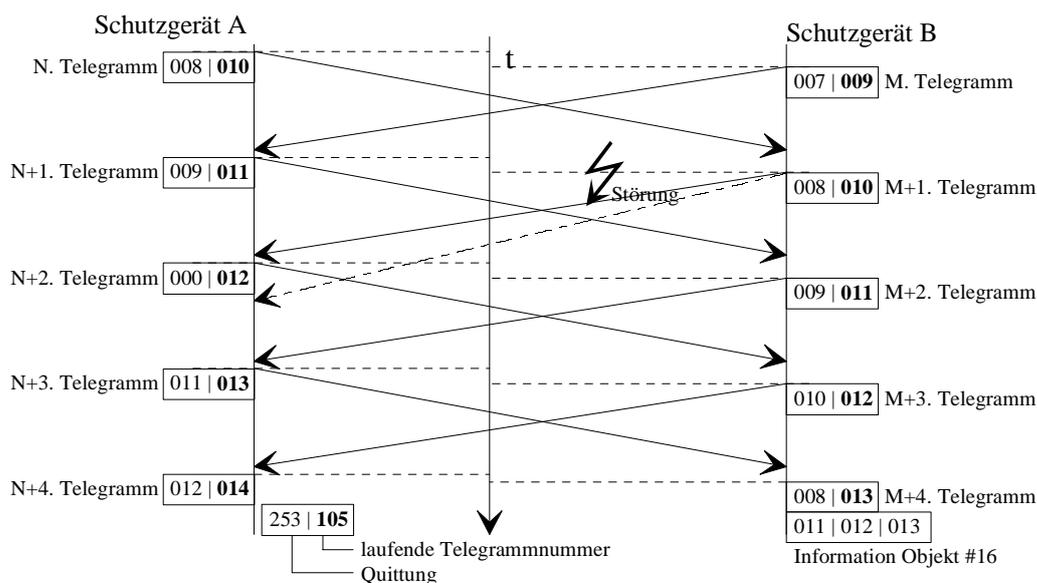


Bild 11 Empfangsfolgezähler bei gestörtem Empfang

Die Quittierung zwischen den Schutzgeräten A und B läuft zunächst normal ab, d.h. mit einer konstanten Verzögerung werden alle Telegramme quittiert (in der Regel beträgt die Verzögerung ein Telegramm). Das M+1. Telegramm vom Schutzgerät B wird beispielsweise gestört (Bitfehler, Non -Bytealignment etc.). Das Schutzgerät A kann beim N+2. Telegramm keine Quittung versenden, da keine Telegramme mehr zur Quittierung anstehen. Der Quittungsteil des Empfangsfolgezählers hat den Wert 0. Für die Gegenstelle B ist dies noch kein Fehler, da das M+1. Telegramm durch eine kurzfristige Laufzeitänderung, später bei A eingetroffen sein könnte (symbolisiert durch den gestrichelten Pfeil).

Erst beim Empfangen des N+3. Telegramms von A erkennt B die Übertragungsstörung: es wird nicht das M+1. Telegramm mit der laufenden Nummer 10 sondern das M+2. Telegramm mit der Nummer 11 quittiert. Mit dem M+4. Telegramm von B wird die verloren gegangene Quittung des Telegramms M+1 wiederholt. Anschließend verläuft die Quittierung "normal" weiter. Der entstandene Telegramm - Überhang von 3 Telegrammen des B - Schutzgeräts wird im Telegramm Nr. M+4 mit dem Informations- Objekt Nr. 20H (16) abgebaut.

Unsymmetrische Telegrammlast

Die unsymmetrische Telegrammlast bedeutet, dass eine Endstelle mehr Telegramme sendet als die Gegenstelle. Somit kann die Gegenstelle den Überhang durch das "normale" Quittierverfahren nicht abbauen. Die folgende Abbildung skizziert die Verfahrensweise.

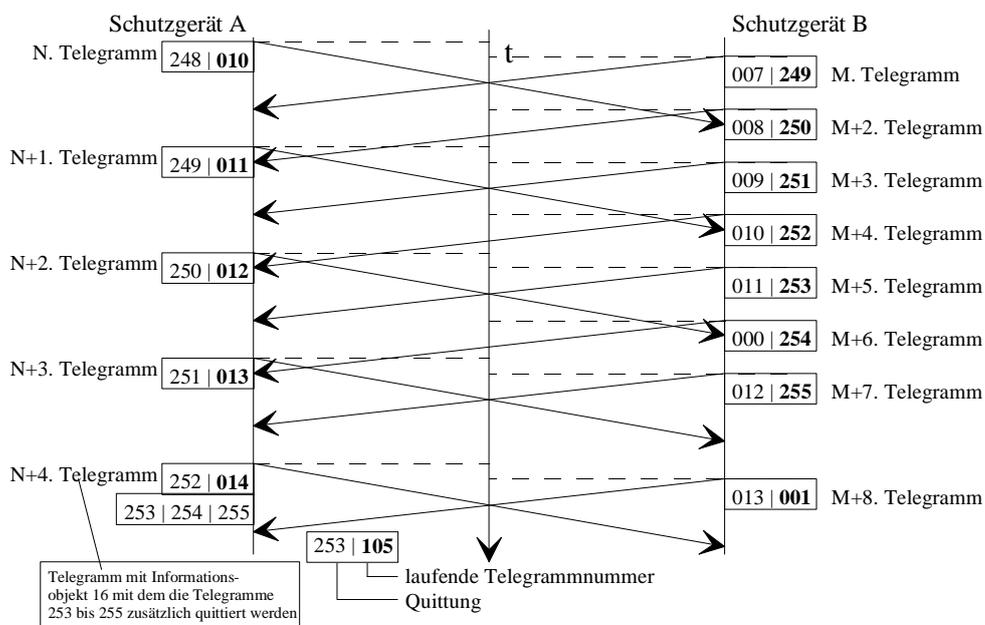


Bild 12 Empfangsfolgezähler bei unsymmetrischer Telegrammlast

Durch den Standard - Header kann maximal ein Telegramm pro gesendetem Telegramm quittiert werden. Bei unsymmetrischer Telegrammlast besteht die Möglichkeit durch das Einfügen des Informationsobjekts - Nr. 20H (16) (siehe Tabelle 8) drei weitere Telegramme zu quittieren.

Wird auf einer Kommunikationsseite ein unzulässiger Überhang von 20 Telegrammen festgestellt, gilt die Verbindung als nicht existent. Die Geräte müssen ein neues gegenseitiges Login ausführen.

8.5 Informationsobjekte der Anwendungsschicht

Die Anwendungsschicht arbeitet in Einheiten von Informationsobjekten. Ein Informationsobjekt ist ein Container, in den Informationen zur Versendung eingepackt werden.

Informationsobjekt – ID

Die Informationsobjekt – ID dient zur Identifizierung der Informationsobjekte.

Mit Informationsobjekt – ID 75H werden Signale für Schutz-Signalverfahren übertragen.

Feld	Größe [Bits]	Beschreibung
Informationsobjekt - ID	8	75H
Reserve	8	= 0 (reserviert für künftige Erweiterungen)
Sendesignale	8	Bit 1 = 1: Distanz-/Überstromzeitschutz Senden L1 Bit 2 = 1: Distanz-/Überstromzeitschutz Senden L2 Bit 3 = 1: Distanz-/Überstromzeitschutz Senden L3 Bit 4 = 1: Erdfehlerrichtungsschutz Senden L1 Bit 5 = 1: Erdfehlerrichtungsschutz Senden L2 Bit 6 = 1: Erdfehlerrichtungsschutz Senden L3 Bit 7 = 1: Echo für Freigabeverfahren Bit 8 = 1: Signale werden im Testmodus gesendet
Gesamt:	24	

Tabelle 9 Informationsobjekt Nr. 75H für Schutz-Signalverfahren

Falls für die Schutzfunktionen keine leiterselektiven Sendesignale zur Verfügung stehen, werden als gemeinsames Sendesignal jeweils alle drei Sendesignale der Schutzfunktion gleichzeitig angesteuert. Signale von nicht existenten Schutzfunktionen werden an der entsprechenden Bitposition zu 0 gesetzt.

Mit Informationsobjekt – ID 50H stehen 24 Binärkanäle zur freien Benutzung durch den Anwender zur Verfügung.

Anmerkung: Die Verknüpfung zwischen internem Schutzsignal (z. B. Fernauslösung, AUS in Z1 etc.) und zugehörigem Fernsignal kann vom Anwender im Rahmen der herstellerseitig angebotenen Verknüpfungsmöglichkeit vorgenommen werden.

Feld	Größe [Bits]	Beschreibung
Informationsobjekt – ID	8	50H
Summationsflag	8	= 0 (reserviert für künftige Erweiterungen)
Binärkanäle	24	Bit 1 = 1: Binärkanal 1 Bit 2 = 1: Binärkanal 2 : : Bit 23 = 1: Binärkanal 23 Bit 24 = 1: Binärkanal 24
Total :	40	

Tabelle 10 Informationsobjekt Nr. 50H für anwenderkonfigurierbare Binärkanäle

Signale von nicht benutzten Binärkanälen werden an der entsprechenden Bitposition zu 0 gesetzt.

8.6 Fehlerbehandlung

Aus den Schicht 2 bis 4 Operationen können folgende Fehler erkannt werden.

- a) Verlust der Synchronität der Datenübertragung (Schicht 1)
- b) Bit Fehler des empfangenen HDLC - Frames (Frame Check Sequence – Error, Schicht 2)
- c) Keine Byte Ausrichtung (Non -Byte - alignment, Schicht 2)
- d) HDLC - Frame zu lang (Schicht 2)
- e) Überlauf des Empfangsspeichers im Kommunikationsprozessor (Schicht 2)
- f) Unbekanntes Informationsobjekt (Schicht 3)
- g) Falsche Telegrammlänge (Schicht 3)
- h) Empfangsfolgezähler Fehler (Schicht 3)

- i) Timeout
- j) Die Bandbreite reicht nicht aus, es kommt zu einem Telegrammstau
- k) Bitfehler im Start und / oder Stopp-Flag des HDLC – Frames (bei Bitfehlen im Start- oder Stopp-Flag des HDLC - Frames geht die Synchronität der Telegramme verloren. Ein Stopp-Flag wird vom Empfänger als Start-Flag erkannt und umgekehrt).

Fehlerhafte Telegramme werden verworfen.

Die folgende Tabelle zeigt mögliche Kommunikationsfehler und deren Ursache. Die Indizes a bis j korrespondieren zur obigen Auflistung.

Kommunikationsfehler und Ursache	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Bitfehler im Telegramm		X	x			x	x			
Bitschlupf		X				x				
Bitfehler im Start – Flag		X	x	x			X		x	
Bitfehler im Stopp – Flag		X	x	X			X		x	
unbekannte Information							X			
Verlust des Takts	X									
Ausfall der Verbindung komplett	X							X	X	
Ausfall der Verbindung Tx								X		
Ausfall der Verbindung Rx	X							X	X	
Überlast der Schnittstelle					X					X

Tabelle 11 Kommunikationsfehler und deren Ursache

Legende : X wird mit einer großen Wahrscheinlichkeit erkannt

x kann erkannt werden, nicht unbedingt zwingend

Die Auswertung und Anzeige von Fehlern, statistische Analysen sowie die Reaktion der Selektivschutzeinrichtung sind herstellerspezifisch und nicht Bestandteil dieser Richtlinie.

9. Kompatibilität

In den vorangegangenen Abschnitten werden verschiedene Parameter und Alternativen vorgegeben. Der Anwender muss eine entsprechende Auswahl spezifizieren, um in einem Kommunikationssystem vollständige Kompatibilität zu erreichen.

Die folgenden Abschnitte sollen dem Anwender helfen, sein Kommunikationssystem zu definieren und damit Kompatibilität zwischen Einrichtungen verschiedener Hersteller sicherzustellen.

Die ausgewählten Parameter sind entsprechend anzukreuzen.

Anmerkung: Für die vollständige Festlegung eines Kommunikationssystems können zusätzliche Vereinbarungen im privaten Bereich notwendig sein, die z.B. herstellerspezifische Eigenschaften der Geräte nutzen. Diese sind ergänzend zu beschreiben und nicht Bestandteil dieses Abschnitts.

9.1 Kommunikationskonfiguration

End-End-Konfiguration

9.2 Physikalische Schicht

9.2.1 Übertragungsverfahren und -geschwindigkeiten

Asynchron

1200
bit/s

2400
bit/s

4800
bit/s

9600
bit/s

19200 bit/s

38400
bit/s

Synchron

x 64000 (..... x 64000 bit/s)
bit/s

Direkte Kopplung über LWL

Kopplung über LWL, Kommunikationsumsetzer und digitales Datennetz

9.2.2 Optische Faser

Einsatz im Nahbereich

Gradientenfaser: 50/125 m 62,5/125 m

Einsatz im Fernbereich

Gradientenfaser 50/125 m 62,5/125 m

Monomodefaser

Definition der Ruhelage

Licht ein

Licht aus

9.2.3 Steckverbinder

BFOC / 2,5 (ST)

FC

9.2.4 Parametrierung

Grundsätzlich werden die Kommunikationsparameter für die Wirkschnittstelle herstellerspezifisch festgelegt und eingestellt. Eine kompatible Bezeichnung, die Wertebereiche der Parameter sowie eine harmonisierte Einstellanweisung wird nicht vorgegeben.

10. Anhang A

(informativ)

Stromversorgung nachrichtentechnischer Einrichtungen

Die Stromversorgung der nachrichtentechnischen Einrichtungen zur Schutzsignalübertragung muss insbesondere zwei Aspekte beachten.

Das sind einerseits die Reaktion der Techniksysteme auf kurzzeitigen Spannungsausfall und andererseits die Aufteilung der Gleichspannungsversorgung (GS-Versorgung) in getrennt abgesicherte Kreise, die die Unabhängigkeit redundanter Schutzsysteme gewährleisten.

Reaktion auf kurzzeitigen Spannungsausfall

Für die Beherrschung kurzzeitiger Unterbrechungen der GS-Versorgung sind die unterschiedlichen Zeitforderungen

der Schutztechnik (nach Überbrückung von 50 ms) und

der Übertragungstechnik (nach Überbrückung von 20 ms)

zu betrachten.

Zur Klärung, ob beide Forderungen miteinander verträglich sind oder nicht, ist der auftretende Sachverhalt maßgebend.

Sowohl Schutz- als auch Übertragungseinrichtungen werden für einen zulässigen Spannungsbereich ihrer GS-Versorgung ausgelegt.

Dieser Bereich kann z. B. bei einer 220-V-GS-Versorgung 176 ... 280 V sein. Eine Spannung unterhalb 176 V als dauernd anstehende Hilfsspannung darf zum Ausfall des Systems führen.

Da Kurzschlüsse in parallel versorgten GS-Kreisen bis zu ihrer Abschaltung durch Sicherungen (ggf. auch durch Automaten) durchaus zu Spannungen kleiner 176 V führen können, wurde die Forderung aufgestellt, dass das Schutzsystem ohne Störung seiner Funktion arbeiten muss, wenn dieser Spannungseinbruch kürzer als 50 ms ist. Daraus folgt, dass jeder GS-Kurzschluss, der zur Unterschreitung dieser Spannung an Schutzrelais führt, in weniger als 50 ms durch die betroffene Sicherung abgetrennt sein muss. Diese Festlegung beruht auf der Erfahrung, dass mit geeignet gewählten Sicherungen unter den üblichen Bedingungen eines Umspannwerkes eine solche Zeit einhaltbar und in etwa erforderlich ist.

Für die GS-Versorgung der Übertragungstechnik müssen nicht die 50 ms der Schutztechnik gefordert werden, wenn alle Kurzschlüsse in parallel versorgten GS-Kreisen in weniger als 20 ms abgeschaltet werden. Damit kann die Auslegung der Übertragungstechnik für Spannungseinbrüche von bis zu 20 ms erfolgen.

Für die Stromversorgung der Übertragungstechnik besteht darüber hinaus in der Regel die Möglichkeit, neben der Hauptenergieversorgung eine Reserveenergieversorgung anzuschließen. Der Übergang zwischen beiden muss in jedem Fall ohne Funktionsstörung erfolgen.

Werden kurzzeitige Spannungseinbrüche in GS-Kreisen nicht wie angegeben beherrscht, können Funktionsstörungen des Schutzes auftreten, die Bedienhandlungen vor Ort erfordern. Eine Betrachtung zur Wahrscheinlichkeit des Spannungseinbruchs während einer notwendigen Schutzauslösung erfasst den Sachverhalt unvollständig.

Aufteilung der GS-Versorgung in getrennt abgesicherte Kreise

In den Schutzsystemen ist es die Regel, dass sich gegenseitig reservierende Systeme über getrennt gesicherte Kreise mit Hilfsenergie versorgt werden, und dass schaltfeldgebundene Schutzeinrichtungen auch über schaltfeldgebundene GS-Kreise versorgt werden.

Bei der Anschaltung von mehreren Schutzeinrichtungen eines Umspannwerkes an die Übertragungstechnik ist einerseits der Übergang von schaltfeldgebundener zu schaltfeldunabhängiger GS-Versorgung sorgfältig zu wählen und andererseits die Unabhängigkeit redundanter Schutzsysteme durch entsprechende Anschaltung an die Übertragungssysteme zu sichern.

Diese Übertragungssysteme dürfen auch durch Fehler in ihrer Hilfsenergieversorgung nicht gleichzeitig ausfallen. Das ist durchaus realisierbar, erfordert aber eine enge Zusammenarbeit zwischen den Schutztechnikern und den Übertragungstechnikern bei der Abstimmung diesbezüglicher Fragen. Dabei ist zu beachten, dass die genannten Forderungen nach Unabhängigkeit z. B. der Absicherung der GS-Kreise nicht durch Überlegungen zur Ausfallwahrscheinlichkeit zu ersetzen sind. Das gilt besonders angesichts des unbesetzten Betriebes von Umspannwerken und Schaltanlagen.

11. Anhang B

(informativ)

Schutzsignalübertragung über digitale Übertragungsnetze

B1 Einleitung

Die Nutzung eines digitalen Übertragungsnetzes, dessen Kanäle für unterschiedlichste Aufgaben verschiedener Bedarfsträger zur Verfügung gestellt werden, auch für Übertragungsaufgaben des Kurzschlusschutzes erfordert detaillierte technische und organisatorische Festlegungen und Abstimmungen.

Eines der kennzeichnenden Merkmale der hier betrachteten Aufgabe ist die gleichzeitige Forderung nach Zuverlässigkeit und Schnelligkeit der Informationsübertragung. Die Vielfalt der schutz- und übertragungstechnischen Randbedingungen verbietet eine generelle Aussage zur Verwendbarkeit von Kanälen des digitalen Übertragungsnetzes. Das muss der Einzelfallentscheidung durch das jeweils betroffene Unternehmen vorbehalten bleiben.

Nachfolgend werden daher die Gesichtspunkte dargelegt, die zu beachten sind, wenn eine Schutzsignalübertragung über digitale Übertragungsnetze realisiert wird.

B2 Signallaufzeiten in einem digitalen Übertragungsnetz

Als Grenzen des digitalen Übertragungsnetzes werden die nachrichtentechnischen Verteiler zum Anschluss der Nutzerkanäle betrachtet. Um die Laufzeit eines Nutzsignals zwischen diesen Endpunkten zweier Stationen abzuschätzen, sind nachfolgende Zeitkomponenten zu beachten: Umsetzzeit in der Schnittstellenbaugruppe (Analog/Digital-Wandlung, Umkodierung von Protokollen, Seriell-/Parallelwandlung usw. je nach Schnittstellentyp) in jedem Fall 0,125 ms.

- Durchlaufzeit durch digitalen Knoten 0,25 ms. Bei je einem Knoten an beiden Endpunkten in Summe 0,5 ms.
- Laufzeit des Signals im Medium Luft (Funk) 0,33 ms/100 km und im Medium Glas (LWL) ca.0,5 ms/100 km.
- Signalverzögerung durch elastische Speicher und Pufferspeicher für eine bit-fehlerfreie Umschaltung (z.B. bei Richtfunk mit Raumdiversity und 1+1 Heißreserve) und durch

FEC (Fehlerkorrektur) abgeschätzt mit 0,034 ms bei 34-Mbit/s-Übertragung und 0,120 ms bei 8-Mbit/s-Übertragung.

- Darüber hinaus ist die Varianz der Laufzeit z. B. durch Jitter oder durch Neusynchronisierung im Umfang von maximal 1 ms zu berücksichtigen.
- Einfluss des Übertragungsverfahrens aus Sicht des Gerätes, das den Übertragungsweg nutzt. Überträgt beispielsweise ein Schutzsignalübertragungsgerät die gewollte Information über einen 64-kbit-Kanal in 10 Zyklen von je 0,125 ms, so ergibt sich eine zusätzliche Zeit von 1,25 ms.

Der Vergleich der Zeiten zeigt, dass praktisch die Zahl der benutzten Knoten im digitalen Netz und die Zahl der zu übertragenden 2 Mbit/s-Rahmen maßgebend für die Laufzeit sind. Bei großen Entfernungen ist zusätzlich die Laufzeit des Signals im Medium zu beachten.

B3 Schutzsignalübertragungseinrichtung

Wenn die Schutzinformationen über Kontakte ausgegeben werden, ist es bei der Kopplung digitaler Schutzeinrichtungen über ein digitales Übertragungsnetz erforderlich, eine Schutzsignalübertragungseinrichtung als funktionelle Baugruppe einzusetzen.

Sind Schutzeinrichtungen mit einer seriellen Wirkschnittstelle mit Übertragungsprotokoll nach der VDN-Richtlinie ‚Binärer Informationsaustausch zwischen Selektivschutzeinrichtungen über einen Hilfskanal‘ ausgestattet, ist die Schutzsignalübertragungseinrichtung Bestandteil des Schutzgerätes, bzw. im Schutzgerät integriert. Mit diesem Protokoll ist ein Signalaustausch zwischen Schutzeinrichtungen unterschiedlichen Fabrikates möglich. Es müssen dabei alle korrespondierenden Schutzgeräte mit dem gleichen Übertragungsprotokoll arbeiten.

Nach der vorgenannten Richtlinie ist es erforderlich, schon bei der Planung des Schutzsignalübertragungssystems eine Auswahl aus zwei alternativen Schnittstellen zu treffen:

- Schnittstelle mit asynchroner Übertragung oder
- Schnittstelle mit synchroner Übertragung.

In beiden Fällen werden die Schutzinformationen über eine optische Schnittstelle (Bauart BFOC/2,5) ausgegeben.

Die Schutzsignalübertragungseinrichtung muss außerdem, unabhängig davon, ob sie als getrennte Einrichtung oder als integraler Bestandteil des Schutzes existiert, den Übertragungskanal auf seine Funktionsfähigkeit überwachen. Dabei sind bei Nutzung des digitalen Weitverkehrsnetzes auch kurzzeitige Ausfälle im ms-Bereich zu erfassen, wenn sie Konse-

quenzen für die jeweilige Schutzfunktion haben. Eine solche auf den einzelnen Kanal bezogene Überwachung kann die digitale Übertragungstechnik mit vertretbarem Aufwand nicht als Signal bereitstellen.

Die Schutzsignalübertragungseinrichtung ist abhängig von ihrer Realisierung mit einer Eigenzeit verknüpft, die zur Signallaufzeit zu addieren ist.

B4 Schnittstellen zwischen Schutz- und Übertragungstechnik

Für die weitere Betrachtung wird als Schnittstelle des Schutzsystems in Richtung des digitalen Weitverkehrsnetzes eine digitale serielle Signalschnittstelle mit Übertragungsprotokoll vorausgesetzt. Sie ist unabhängig davon, ob sie am Distanz- oder Vergleichsschutzgerät selbst oder an einer nachgeschalteten Einrichtung vorhanden ist, zwingend notwendig. Eine entsprechende Schnittstelle ist auch in Stationsleittechniken sowie in Fernwirkeinrichtungen für digitale Informationsübertragung notwendig und vorhanden.

Diese Schnittstelle liegt abhängig vom Gerätesystem in optischer oder elektrischer Form vor. In beiden Fällen erfordert die Kopplung mit dem digitalen Übertragungsnetz Maßnahmen, die sowohl den übertragungstechnischen Bedingungen als auch den Anforderungen der Nutzer (Schutz- bzw. Leittechnik) entsprechen müssen.

Optische Kanalschnittstellen werden für Endgeräte von digitalen Übertragungssystemen nicht bereitgestellt. Daher kann die Anschaltung der seriellen Schutzinformationen nur über standardisierte elektrische Schnittstellen gemäß Empfehlung der International Telecommunication Union (ITU) erfolgen. Aus Gründen der EMV-Sicherheit haben Schutzgeräte nach VDN-Richtlinie nur optische Schnittstellen, deshalb muss die Anschaltung der Signale über LWL-Verbindungen und optisch-elektrische Umsetzer erfolgen, die direkt beim Übertragungsgerät montiert werden. Die elektrische Verbindung zwischen dem optisch-elektrischen Umsetzer und dem Übertragungsgerät muss möglichst kurz sein, eine elektromagnetische Beeinflussung dieser Verbindung muss ausgeschlossen sein.

Nachfolgende prinzipielle Anordnungen sind möglich und treten abhängig von den örtlichen Bedingungen auf:

- a) Die Schutzsignalübertragungsfunktion ist im Schutzgerät realisiert. Die Schutzsignale werden über eine optische Wirkschnittstelle ausgegeben und mittels LWL-Verbindung (bis ca. 1000 m) an einen dicht an der Tekekommunikationseinrichtung installierten optisch-elektrischen Umsetzer geführt. Dessen nach ITU genormte elektrische Schnittstelle ist über eine kurze Verbindung an das digitale Weitverkehrsnetz geschaltet.

- b) Die Schutzsignalübertragungseinrichtung bildet eine vom Schutzgerät getrennte Einheit. Sie ist in einem geringen Abstand vom Telekommunikationsgerät installiert. Zum digitalen Weitverkehrsnetz hin besteht eine elektrische Schnittstelle nach ITU.
- Bei nur geringer Entfernung ohne EMV-Beeinflussung kann die Verbindung zur Übertragungstechnik elektrisch hergestellt werden.
 - Bei nicht mehr elektrisch überbrückbarer Entfernung oder bei möglicher Beeinflussung muss eine elektrisch-optische Umsetzung am Schutzsignalübertragungsgerät sowie eine optisch-elektrische Umsetzung nahe der Übertragungstechnik erfolgen. Es entsteht ein Zugangsübertragungssystem.
- c) Die Konfiguration nach b) besitzt eine optische Schnittstelle zum digitalen Weitverkehrsnetz, z.B. eine im Schutzsignalübertragungsgerät integrierte optische Schnittstelle.
- Die Entfernung zur Übertragungstechnik wird wie in a) optisch überbrückt. Analog a) ist nahe der Übertragungstechnik ist eine optisch-elektrische Umsetzung notwendig. Es entsteht auch hier ein Zugangsübertragungssystem.

Von besonderer Bedeutung sind die optisch-elektrischen Umsetzer. Am Verteiler des Übertragungssystems sollten ausschließlich optisch-elektrische Umsetzer ohne Hilfsenergiebedarf eingesetzt werden. Anderenfalls ergibt sich zur Aufrechterhaltung der Unabhängigkeit doppelter Übertragungswege eine aufwendige und ggf. unübersichtliche Stromversorgung für diese Geräte.

Zu beachten ist insbesondere bei optisch-elektrischen Umsetzern ohne Hilfsenergiebedarf die maximal überbrückbare Dämpfung auf der LWL-Strecke. Die optischen Parameter der Umsetzer an beiden Enden der Verbindung müssen aufeinander abgestimmt sein.

Als willkommene Nebenwirkung stellt die optische Verbindung eine Trennung zwischen den nach unterschiedlichen Normen elektrisch ausgelegten Systemen der Schutztechnik einerseits und der digitalen Übertragungstechnik andererseits dar.

Die transparente Übertragung muss gewährleisten, dass die Übertragungsstrecke keine die Funktion des Schutzsystems beeinflussende Telegrammveränderung herbeiführt.

B5 Übertragungswegführung und Wegumschaltung

Bei der Nutzung digitaler Übertragungsnetze für Schutzsignalübertragung sind auch technische Bedingungen innerhalb der genutzten Übertragungsnetze zu beachten. Zur Veranschaulichung einiger damit verbundener Fragen wird auf Bild 13 „Anbindung von Schutztechnik an Übertragungswege - Weg 1 und Weg 2 über Knoten und LWL“ Bezug genommen. Darin wird beispielhaft eine Ausrüstung mit zwei Schutzeinrichtungen, denen jeweils eine Schutzsignalübertragungseinrichtung zugeordnet ist, angenommen. Diese kann entweder

eine eigenständige Einrichtung sein oder eine im Schutzgerät integrierte Funktion darstellen.

Es wird vorausgesetzt, dass die Wege 1 und 2 stromversorgungsseitig (siehe dazu Pkt. B6 bzw. Anhang A) unabhängig sind.

Wie aus Bild 13 ersichtlich ist, führen die einzelnen Wege über mehrere Multiplexstufen. Digitale Übertragungsnetze werden in aller Regel mit einem netzweiten Managementsystem betrieben, das sowohl die Parametrierung als auch die Überwachung an zentraler Stelle ermöglicht. In dieses Managementsystem sind sowohl die Netzknoten (in Bild 13 mit "Bus" bezeichnet) als auch die verschiedenen Multiplexbaugruppen als fern beeinflussbar einbezogen. Die Fernüberwachung umfasst in der Regel alle Systembaugruppen.

Das Management gestattet zum Beispiel die Ein- und Ausschaltung der Kanäle auf den Multiplexbaugruppen und die Veränderung der Kanalzuordnung in den Knoten. Mit beiden Handlungen können schutztechnisch genutzte Übertragungswege ungewollt beeinflusst werden. Wegen der häufiger vorkommenden, in der Durchführung aufwendigeren und durch völlig andere Nutzer bedingten Veränderungen an Knoten, wird diese Beeinflussungsmöglichkeit speziell betrachtet.

Unter der Voraussetzung, dass die Schutzeinrichtungen eine Baugruppe "Schutzsignalübertragung" besitzen, die entsprechend Punkt 2 den benutzten Kanal des digitalen Weitverkehrsnetzes auf aktuelle Funktionsfähigkeit überwacht und Störungen signalisiert, ist die Fernbeeinflussung der Knoten und Multiplexbaugruppen mit einer Kennlinienumschaltung des Schutzes über Fernsteuerbefehl vergleichbar. Die Kanalbeeinflussung über das Managementsystem ist dann wie die Kennlinienumschaltung uneingeschränkt akzeptabel. Allerdings setzt diese Akzeptanz voraus, dass Arbeiten an den Nachrichtenwegen betriebsorganisatorisch wie Arbeiten an in Betrieb befindlichen Schutzeinrichtungen betrachtet und bei der betroffenen Netzführungsstelle entsprechend angemeldet werden.

Das erfordert organisatorische Regelungen im jeweiligen Unternehmen.

Die in Bild 13 erkennbare Unabhängigkeit der Wege 1 und 2 muss auch erhalten bleiben, wenn Zwischenstationen (z. B. andere Umspannwerke) in einen oder beide Wege einbezogen sind.

Automatische Wegumschaltungen, wie sie bei einigen Übertragungssystemen möglich sind, sollten auf vorgewählte Ersatzwege erfolgen. Eine feste Wegeschaltung mit definitivem Ausfall entspricht bei gedoppelten Schutzsystemen den in der Schutztechnik üblichen Redundanzbetrachtungen.

Vergleichsschutzeinrichtungen, die durch Auswertung von Schleifenmessungen Signallaufzeiten ausgleichen, erfordern ggf., dass Hin- und Rückweg der Übertragung über den exakt

gleichen Weg verlaufen und damit gleiche Laufzeit aufweisen. Dies gilt ohne Einschränkung dann, wenn der Schutzalgorithmus unterschiedliche oder schwankende Laufzeiten nicht erkennt und ausgleicht.

B6 Stromversorgung

Dieser Teil ist in Anhang A eingeflossen.

B7 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass

- die Nutzung von Kanälen des digitalen Weitverkehrsnetzes für die Schutzsignalübertragung unter den vorstehend definierten Randbedingungen möglich ist,
- durch die Art der Planung und Betriebsführung im digitalen Weitverkehrsnetz die Detailabstimmung der technischen und organisatorischen Lösungen zwischen Schutztechnikern und Nachrichtentechnikern gewährleistet sein muss und
- im Ergebnis von Festlegungen zur Gestaltung aller Elemente der Schutzsignalübertragung die Unabhängigkeit redundanter Wege sowie die Überwachung der Betriebsbereitschaft der Übertragungswege gesichert werden muss.

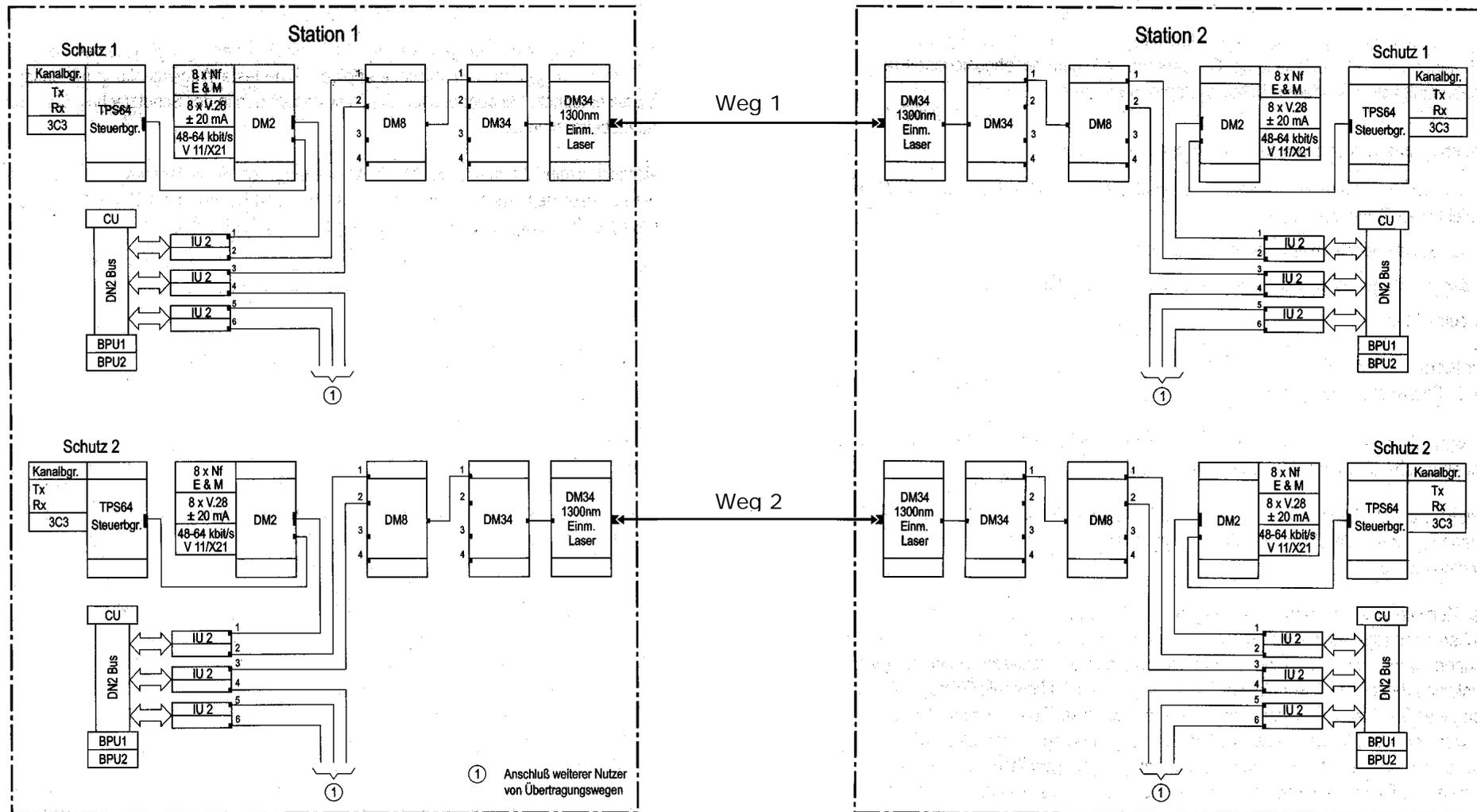


Bild 13 Anbindung von Schutztechnik an Übertragungswege – Weg 1 und Weg 2 über Knoten und LWL