

OCIT[®]

Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems

Offene Schnittstellen für die Straßenverkehrstechnik

OCIT-Outstations Regeln und Protokolle

OCIT-O_Protokoll_V2.0_A04

OCIT Developer Group (ODG)

OCIT[®] ist eine registrierte Marke der Firmen Dambach, Siemens, Signalbau Huber, STOYE und Stührenberg

OCIT-Outstations

Regeln und Protokolle

Dokument: OCIT-O_Protokoll_V2.0_A04

Herausgeber: OCIT Developer Group (ODG)

Kontakt: www.ocit.org

Copyright © 2012 ODG. Änderungen vorbehalten. Dokumente mit Versions- oder Ausgabestände neueren Datums ersetzen alle Inhalte vorhergehender Versionen.

Inhaltsverzeichnis

Spezifikationen	8
1 Einführung	9
1.1 Neue oder erweiterte Funktionen in OCIT-O Lstg V2.0	9
1.2 Systemgrenzen	9
2 Schnittstellen und Systemfunktionen OCIT-Outstations	10
2.1 Zentrale Ebene	11
2.2 Datenübertragung und Protokoll	11
2.3 Feldgeräte	13
3 Kommunikationsmodell OCIT-Outstations	13
3.1 Sicherung der Übertragung	14
3.1.1 Sicherheitsalgorithmus	14
3.1.2 Firewall	15
3.2 Adressen	15
3.3 IP-Netz	15
3.4 Routen	15
3.5 Zeitverhalten	16
3.5.1 Systemzeit	16
3.5.1.1 Feldgeräte mit permanenten Datenverbindungen zur Zentrale	16
3.5.1.2 Feldgeräte mit temporären Verbindungen zur Zentrale	17
3.5.2 Ereignisorientierte Übertragung	17
3.5.3 Zeitliche Zuordnung	17
3.5.4 Reaktionszeit	17
3.6 Logische Zuordnung	17
3.7 Störung der Übertragungseinrichtung	17
4 Übertragungsprotokolle	19

4.1	Übertragungsprotokoll der OSI-Schicht 3 (IP)	19
4.2	Verwendung der OSI-Schicht 4 Protokolle (UDP, TCP).....	19
4.2.1	UDP mit Rückmeldung.....	19
4.2.2	UDP ohne Rückmeldung	20
4.2.3	TCP mit Rückmeldung	20
4.2.4	TCP ohne Rückmeldung.....	21
4.2.5	Übertragungssicherung in der Transportebene.....	21
5	OCIT-Outstations Protokoll BTPPL (OSI-Schichten 5-7)	21
5.1	Basis Transport Paket Protokoll Layer - BTPPL.....	22
5.1.1	Telegrammaufbau BTPPL:	23
5.2	Allgemeine Kommunikation Client – Server	25
5.2.1	Änderung des Domain-Namens von Feldgeräten über einen DNS	25
5.3	Zeitliche Zuordnung (Zeitstempel)	26
5.3.1	Timeout.....	26
5.4	Logische Zuordnung	27
5.5	Codierung der Daten.....	27
5.6	Objekte	28
5.6.1	Member-Nummer	29
5.6.2	Identifizierung der Objekte.....	30
5.6.2.1	Auswahl der Returncodes (RetCodes)	30
5.6.3	DNS-Cache-Invalidierung	33
5.7	Sicherung der Übertragung beim OCIT-Outstations Protokoll.....	33
5.7.1	OCIT-O Passworte	33
5.7.1.1	Installation eines neuen Gerätes.....	34
5.7.1.2	Wechsel des OCIT-O Passworts eines Feldgerätes	34
5.7.2	Übertragungssicherung durch den Fletcher-Algorithmus.....	35
5.7.3	Übertragungssicherung durch den SHA-1 Algorithmus.....	36

5.7.3.1	Bildung der Prüfsumme	37
5.7.3.2	Übertragen eines Befehls	37
5.7.3.3	Vom Sicherheitsprotokoll verwendete Returncodes	38
5.8	Prüfung des TCP-Kanals.....	39
6	Typisierung	40
6.1	Schnittstellenobjekte	40
6.1.1	Grunddatentypen.....	40
6.1.2	Metaelement DECL.....	41
6.1.3	REFPATH.....	42
6.1.3.1	REFPATH_DATA	43
6.1.3.2	EXTENSIBLE.....	43
6.1.3.3	MINCOUNT MAXCOUNT	44
6.1.4	Metaelement MSGPART	44
6.1.4.1	Formatstrings	45
6.1.5	METHOD	46
6.1.6	CLASSATTRIBUTE.....	46
6.1.6.1	FRAME.....	47
6.1.6.2	FRAME_DATA	47
6.1.6.3	CATEGORY	47
6.1.6.4	DEGREE.....	47
6.1.6.5	FORMAT	47
6.2	Datendefinitionen.....	47
6.2.1	OCIT-Outstation-DTD-Datei	48
6.2.2	OCIT-Outstations-Objekte-TYPE-Dateien	48
6.2.3	Aufbau der TYPE-Dateien	48
6.3	Standard-Interfaces	53
6.3.1	Systeminterface	53

6.3.1.1	Get	54
6.3.1.2	Update.....	54
6.3.1.3	Create.....	54
6.3.1.4	Delete	55
7	Beispiel für Abbildung der XML in Telegramme.....	56
7.1	Typen, XML Beschreibung	56
7.2	Instanzen	59
7.3	Telegramme.....	59
8	Trace-Möglichkeiten.....	62
8.1	Trace-Datei.....	62
8.2	Externes Tracen	62
8.2.1	Trace-Connection.....	62
8.3	Binäres trace file format.....	63
8.4	Auftragsstruktur.....	64

Dokumentenstand

Version Zustand	Verteiler	Datum	Kommentar
V2.0 A01	PUBLIC	20.03.08	<p>3.1.1 Sicherungsalgorithmus 4.2 OSI Schicht 4: Telegrammgröße 4.2.3 TCP mit Rückmeldung 5.2.1 Änderung des Domain-Namens von Feldgeräten 5.3.1 Timeout 5.7.1 OCIT-O Passworte 5.7.3.2 Übertragen eines Befehls 6.1.3 Repath 6.1.4.10 Formatstrings 8 Trace-Möglichkeiten</p>
V2.0 A02	PUBLIC	10.07.09	<p>3 Kommunikationsmodell OCIT-O: TCP wird zwingend vorgeschrieben. 3.5.1 Systemzeit: Adressierung des NTP-Server hinzugefügt 4.2 Verwendung der OSI-Schicht 4 Protokolle (UDP, TCP): Text entsprechend Kapitel 3 angepasst, Hinweis eingefügt. 5.6.2 Identifizierung der Objekte: Text zu Returncode präzisiert. 5.7 Sicherung der Übertragung: Text korrigiert. 6.1.3.2 Schnittstellenobjekt EXTENSIBLE: Länge der Datenpakete</p>
V2.0_A03	PUBLIC	18.06.10	<p>6.1.5 METHOD: Hinweis eingefügt 4.2 Blockgröße der Telegramme auf 2 Megabyte erweitert; Hinweis ergänzt 5.6.2.1 Priorität der Returncodes: Neues Kapitel 8.3 Binäres trace file format: Feld „protokoll“ erweitert 8.4Auftragsstruktur: Text korrigiert</p>
V2.0_A04	PUBLIC	18.06.12	Glossar: Hinweis zu IPv4 eingefügt.

Spezifikationen

Das **OCIT-Outstations Konfigurationsdokument OCIT-O KD Vx.x** enthält eine Übersicht über alle von der ODG urheberrechtlich verwalteten Spezifikationen und ordnet Versionen und Ausgabestände nach:

- zusammengehörenden Spezifikationen der Schnittstelle „OCIT-Outstations für Lichtsignalsteuergeräte“ mit Referenz auf die dazugehörigen OCIT-Instations Spezifikationen,
- gibt Hinweise zum Einsatz der Übertragungsprofile und
- enthält eine Übersicht über Pakete von Spezifikationen für Schnittstellen, für deren Nutzung von der ODG eine Schutzgebühr verlangt wird

Der jeweils aktuelle Stand ist auf www.ocit.org veröffentlicht.

1 Einführung

Das Dokument OCIT-O Protokoll enthält Definitionen im Bereich OCIT-Outstations, die für die Realisierung konformer Schnittstellen einzuhalten sind. Das Dokument beschreibt:

- die Systemgrenzen,
- das OCIT-Outstations Protokoll,
- und enthält Regeln für die Definition von Objekten.

Die Definitionen gelten für Feldgeräte und Zentralen.

1.1 Neue oder erweiterte Funktionen in OCIT-O Lstg V2.0

4.2 Neue Telegrammgröße
5.2.1 Änderung des Domain-Namens von Feldgeräten
5.3.1 Rechenregel Timeout
6.1.4.10 Formatstring für Checksummen
3.5.1.1 Häufigkeit der NTP-Abfrage
6.1.3.2 Element EXTENSIBLE
8 Trace-Möglichkeiten

1.2 Systemgrenzen

Ein Überblick über das OCIT-System findet sich im Dokument OCIT-O System. Im vorliegenden Dokument wird nur der Bereich OCIT-Outstations behandelt. Der mit OCIT-Outstations gekennzeichnete Bereich in Bild 1, stellt zugleich den Bereich der Definitionen, daher die OCIT-Outstations Systemgrenzen dar. Schnittstellen, die über die dargestellten Systemgrenzen hinausführen, werden in diesem Dokument nicht definiert.

Ein OCIT-Outstations System besteht aus einer Zentrale (zentrale Ebene) und OCIT-Outstations Feldgeräten. Zentrale und Feldgeräte kommunizieren über die OCIT-Outstations Schnittstellen.

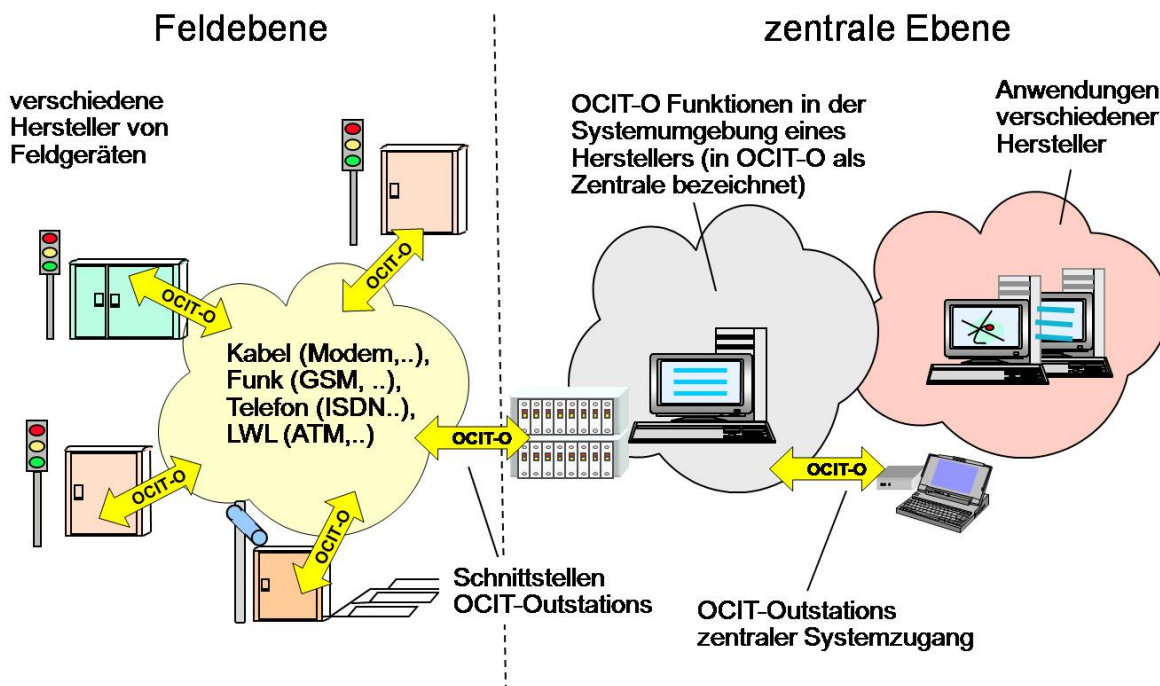


Bild 1: Bereiche OCIT-Outstations – Schnittstellen

OCIT-Outstations sind standardisierte Schnittstellen mit dem Anwendungsbereich zwischen Zentrale und Feldgeräten:

- Zentrale - Feldgeräte
Verbindung zwischen Zentrale und Steuergeräten zum Zwecke der Steuerung, Überwachung und Datensammlung. Die Feldgeräte sind Single-Master-Geräte, daher ist ihre Gegenstelle logisch gesehen immer die Zentrale oder ein Servicetool in der Zentrale.
- Zentrale - Servicetools (Zentraler Systemzugang)
Erlaubt den Anschluss von Servicetools in der Zentrale und ermöglicht darüber den Zugang zu den Feldgeräten. Für die Anbindung der Servicetools wird das zentrale LAN verwendet. Zusätzliche Festlegungen finden sich im Dokument OCIT-O Basis.
- Feldgerät - Servicetools (Lokaler Systemzugang)
Gedacht zum Anschluss von Servicetools direkt ans Steuergerät. Bisher wurden dazu in OCIT-O keine Festlegungen getroffen.

2 Schnittstellen und Systemfunktionen OCIT-Outstations

Die typische Aufgabe von OCIT-Outstations ist die sichere Bedienung und Überwachung von Feldgeräten aus der Ferne, wobei eine sofortige Quittierung, Reaktion und Fehlerbehandlung erfolgt. Für die sichere Übertragung der Daten zwischen Zentralen und Feldgeräten werden die aus dem Internet bekannten Protokolle TCP und IP verwendet. Dadurch hängt die Übertragungsgeschwindigkeit von den Wegen im Netz und vom Datenaufkommen ab. Die Über-

tragungszeiten können daher nicht in jedem Einzelfall vorausgesagt werden. Sie machen sich für den Bediener im allgemeinen jedoch nicht bemerkbar. Dieses Zeitverhalten wird in allen Spezifikationen berücksichtigt. OCIT-Outstations kann so die rasant wachsenden Möglichkeiten der Telekommunikations- und Netzwerktechnik auch auf der Straße nutzen und verfügt damit über eine zukunftssichere technische Basis. Diese erlaubt es auch, OCIT-Outstations im Laufe der Zeit an neue Anforderungen anzupassen und funktionell zu erweitern, wobei der Umfang dieser Erweiterungen heute noch nicht bekannt ist. Daraus lässt sich eine Forderung ableiten: die Übertragungsstrecke darf nicht mit zeitkritischen Daten belastet werden, um eine zukünftige Überlastung vom Ansatz her zu vermeiden.

Diese Forderung wird dann erfüllt, wenn zeitkritische Steuerungsaufgaben in den Geräten vor Ort wahrgenommen und nicht zwischen Zentrale und Gerät über die Schnittstelle abgewickelt werden. Solche Systeme bezeichnet man als "dezentrale Systeme". Die OCIT-Outstations Feldgeräte besitzen daher Prozessoren, die komplexe Abläufe lokal beherrschen und entsprechende Verarbeitungen durchführen können.

Über die OCIT-O Schnittstelle werden Befehle und Daten beim Eintreffen bestimmter Ereignisse übertragen. Systemweite, zeitgenaue Aktionen werden uhrzeitgesteuert durchgeführt. Dazu ist in der Zentrale ein Zeitdienst vorhanden, nach dem alle geräteinternen Uhren gestellt werden, so dass im gesamten System alle Geräte über eine einheitliche Zeitbasis verfügen. Alle Meldungen und Befehle sind mit einem „Zeitstempel“ versehen, der sie zeitlich einordnet. Auch die Synchronisierung „grüner Wellen“ erfolgt mittels der genauen Systemzeit und nicht durch Synchronisationsbefehle der Zentrale.

2.1 Zentrale Ebene

Die Feldgeräte werden von einer zentralen Ebene aus gesteuert und überwacht. Die zentralen Ebene kann aus mehreren Komponenten und Teilsystemen bestehen, die sich an verschiedenen Orten befinden können. Eine definierte Funktion des Lichtsignalsteuergerätes setzt auch eine entsprechende Funktion in der Zentrale voraus. Darüber hinaus verfügen diese Zentralen über den sogenannten Zentralen Systemzugang. Servicetools können darüber von der Zentrale aus direkt mit den Feldgeräten kommunizieren. Der Zugriff der Servicetools zu den Feldgeräten erfolgt quasi parallel zu den Zugriffen der Zentrale. Die wichtigste Funktion liegt darin, dass über den zentralen Systemzugang die Fernversorgung der Lichtsignalsteuergeräte möglich ist.

Für Zentralen, die mit OCIT-O kommunizieren sind folgende Eigenschaften verpflichtend:

- Unterstützung aller OCIT-Outstations Funktionen,
- Bereitstellen einer genauen Systemzeit,
- Bereitstellen der zentralen OCIT-Outstations Systemzugänge.

2.2 Datenübertragung und Protokoll

Die Übertragungstechnik in OCIT-Outstations setzt auf dem Standard-Transportprotokoll TCP/IP auf, das unabhängig von der physikalischen Datenübertragung einsetzbar ist und

sichere Datenverbindungen gewährleistet. Diesen Standard verwenden beispielsweise im Internet gebräuchliche Dienste wie http, FTP oder Email.

OCIT hat eine eigene Definition für das Übertragungsprotokoll der Anwenderenebene, die mit den Internet-Standards koexistieren kann, das „Basis Transport Paket Protokoll Layer“ (BTPPL). BTPPL wurde mit Blick auf die in städtischen Stauernetzen manchmal vorhandenen Kabelverbindungen mit eingeschränkter Übertragungsleistung entwickelt. Es arbeitet mit einem kleinen Datenoverhead und ermöglicht es dadurch auch diese Strecken zu nutzen.

BTPPL bietet für den Datentransport 2 Kanäle. Ein Kanal mit hoher Priorität wird für Schaltbefehle und Meldungen verwendet, auf den Kanal mit niedriger Priorität kann die Datenfernversorgung erfolgen. Die Arbeitsweise ist asynchron. Ein Sender kann fortlaufend neue Telegramme senden und muss nach dem Absenden von Telegrammen nicht auf zugehörige Rückmeldungen warten, sondern kann diese nach ihrem Eintreffen zeitlich zuordnen. Ein fester Bestandteil des Protokolls ist der SHA-1 Algorithmus, der über einen 24-bit-Passwortschutz sicherstellt, dass Hacker die Feldgeräte nicht manipulieren können.

BTPPL kann mittels TCP/IP über verschiedene Übertragungswege kommunizieren. Für etliche dieser Kommunikationsarten existieren Standards und damit auch Standard-Kommunikationsgeräte. Beispiele: DSL, Ethernet, GSM, analoges öffentliches Telefonnetz, ISDN (digitales öffentliches Telefonnetz) und Standleitungsbetrieb in privaten Netzen über analoge Modems.

Im OCIT-System sind einige dieser Standardverfahren zur Kommunikation zwischen Feldgeräten und Zentralen geeignet. Die entsprechenden Festlegungen im OCIT-Standard werden als OCIT-Übertragungsprofile bezeichnet. Sie bestehen aus Festlegungen zu Systemfunktionen, Art der Übertragungsmedien und -geräte, Mindestanforderungen an Übertragungsleistung, Leitungseigenschaften u.a.

Mit OCIT-Übertragungsprofilen sind unterschiedliche Lichtsignalsteuergeräte verschiedener Hersteller ohne weitere Absprachen betreibbar.

Bisher festgelegt sind:

„Profil 1 – Übertragungsprofil für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen auf fest geschalteten Übertragungswegen“. Die Übertragung erfolgt hier mit analogen Modems CCITT V.34 mit typisch 28800 bps.

„Profil 2 – Übertragungsprofil für Wählverbindungen im Festnetz und GSM-Mobilfunknetz“. Die Übertragung erfolgt hier mittels GSM-Module mit 9600 bps oder mittels ISDN mit 64000 bps.

„Profil 3 – Ethernet mit DHCP“. Standardisiert ist die Anbindung an Ethernet, eine kabelgebundene Datennetztechnik für lokale Datennetze, über die eine einfache Anbindung an verschiedenste Kommunikationsnetze möglich ist.

Nicht in OCIT standardisierte Übertragungsprofile können herstellerspezifisch realisiert werden, bedingen jedoch Hard- und Software-Änderungen an Steuergeräten und Zentralen.

2.3 Feldgeräte

Die Feldgeräte mit OCIT-O Schnittstellen sind sogenannte Single-Master-Geräte. Ihre Gegenstelle ist logisch gesehen immer eine „einzige Zentrale“, auch wenn diese aus mehreren Systemteilen bzw. Komponenten besteht. Von der Zentrale eintreffende Befehle werden daher von den Geräten immer in gleicher Art und Weise ausgeführt, ohne zu unterscheiden von welcher Komponente sie stammen.

Auf Grund des Zeitverhaltens des OCIT-Outstations-Protokolls sind die Feldgeräte speziell für Einsatz in dezentral aufgebauten Systemen gebaut. Zeitkritische Steuerungsaufgaben werden in diesen Systemen lokal in den Feldgeräten abgewickelt. Die Feldgeräte besitzen daher Prozessoren, die komplexe Abläufe lokal beherrschen und entsprechende Verarbeitungen durchführen können.

3 Kommunikationsmodell OCIT-Outstations

Das Kommunikationsmodell orientiert sich am ISO-OSI-Referenzmodell. Das ISO-OSI-Referenzmodell (international standard organisation - open systems interconnection), auch als OSI-Modell oder OSI-Schichtenmodell bezeichnet, ist eine abstrakte Definition eines Modells, mit dessen realer Implementierung die verschiedensten Netzsysteme (z.B. unterschiedliche Hersteller mit ihren unterschiedlichen technischen Komponenten, öffentliche Anbieter, lokale Netze mit unterschiedlichen Zugriffsverfahren und Datenübertragungsprotokollen, usw.) zu einem offenen, d.h. zueinander kompatiblen Kommunikationsnetz verbunden werden können.

7	Anwendung
6	Darstellung
5	Kommunikationssteuerung
4	Transport
3	Vermittlung
2	Sicherung
1	Physikalische Schicht

OSI -Schichtbezeichnungen

Bild 2: Die Schichten im ISO-OSI-Referenzmodell

Das speziell für OCIT-Outstations entwickelte, bandbreitenoptimierte Protokoll BTPPL umfasst Funktionen der Anwenderebenen 5 bis 7. Mit Ausnahme des OCIT-Outstations Protokolls BTPPL werden nur Standardprotokolle eingesetzt.

TCP/UDP/IP sind die Transportprotokolle der mittleren Ebenen 3 und 4. Alle Befehle, die größer als 4 KB sind, müssen per TCP übertragen werden. TCP ist zwingend zu implementieren!

Sowohl mit UDP als auch TCP ist es möglich, dass für spätere Festlegungen verschiedenartige Übertragungseinrichtungen definiert werden können, ohne dass der Hauptteil des Protokolls

sich ändert. Grundsätzlich können alle üblichen Medien und Telekommunikationsdienste durch die Schichten 2 und 1 angebunden werden. Verbindungsprotokolle werden entsprechend des zu verwendenden Übertragungsmediums und der Übertragungseinrichtung eingesetzt. In OCIT wird die Art der Übertragungseinrichtung in den Dokumenten „Profile“ festgelegt. Welche Schnittstelle und welchen Stecker der Hersteller zum Anschluss dieser Einrichtungen verwendet, bleibt ihm freigestellt.

Für die Anwendung zwischen Zentralen und Feldgeräten kommen in erster Linie Punkt-zu-Punkt-Verbindungen auf festgeschalteten Übertragungswegen in Frage, daher bei Lichtsignalanlagen die vorhandenen kundeneigenen Kabelwege. Deshalb wurde dieses Übertragungsprofil als erstes definiert (Profil 1 - Übertragungsprofil für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen auf fest geschalteten Übertragungswegen). Hier wird das Protokoll PPP (Point-to-Point) eingesetzt und als Übertragungseinrichtung ein Modem verwendet. Die dafür passenden Protokolle in den Schichten 2 und 1 sind in Bild 2 dargestellt.

3.1 Sicherung der Übertragung

Die Übertragungssicherung erfolgt in der Transportebene und je nach Protokoll auch in Schicht 2 (data link layer).

Da Zentralen oft an Netzwerken wie Intranet oder Internet angeschlossen sind, kann eine unbekannte Zahl von Nutzern Zugriff haben. Insbesondere bei internen Netzwerken haben viele Nutzer berechtigten Zugriff. In beiden Fällen ist ein Angriff durch „Hacker“ möglich. Deshalb ist im OCIT-Outstations Protokoll die Kontrolle über die Feldgeräte in der Anwenderenebene zweistufig gesichert

3.1.1 Sicherheitsalgorithmus

In der Anwenderenebene wird zwischen SHA-1-gesicherter und nicht gesicherter Übertragung unterschieden:

- **Nicht sicherheitsrelevante Kommunikation**, wie z.B. die Übertragung von Visualisierungsdaten, die den weit überwiegenden Teil der Kommunikation ausmacht (je nach Projekt teilweise mehr als 95% des Datenvolumens), wird nur gegen unbeabsichtigte, zufällige Übertragungsfehler und fehlgeleitete UDP-Pakete gesichert. Eine solche Sicherung erfordert nur 2 Byte pro Paket. Die Bildung der Prüfsumme ist auf dem PC mit wenigen Assemblerbefehlen pro übertragenes Byte möglich (Fletcher Algorithmus).
- Die sicherheitsrelevante Kommunikation:
 - Anwenderversorgung,
 - Steuerbefehle und Kommandos mit Auswirkung auf das Systemverhalten

werden gegen beabsichtigte Zugriffe mit dem **SHA-1 Algorithmus** gesichert.

SHA-1 ist ein sicheres Prüfsummenverfahren, das jede unberechtigte Übertragung erkennt und verwirft. SHA-1 wird in anderem Zusammenhang auch zur Bildung digitaler Unterschriften eingesetzt und ist weltweit als sicher anerkannt. Für die Übertragungssicherung ist

ein eigenes Passwort notwendig (**OCIT-O Passwort**), das die Kommunikationspartner prüfen. Die Anwendung dieses Verfahrens hat unter anderem den Vorteil, dass der Systemzugang nicht zwingend über eine Firewall gesichert werden muss. Der Aufwand für dieses Verfahren hält sich bezogen auf die Gesamtlaufzeit in engen Grenzen, weil nur ein sehr kleiner Teil der Kommunikation auf diese Weise gesichert wird.

3.1.2 Firewall

Der SHA-1-Algorithmus schützt das Feldgerät, das ungesicherte Befehle ignoriert. Falls Hacker die Verbindungen zwischen den Feldgeräten und Zentralen elektrisch anzapfen, wäre ein Eindringen in zentrale Systemteile und weiter in das Verwaltungsnetz dennoch möglich. Dieser Angriff kann durch die missbräuchliche Nutzung der Netzwerkprotokolle der Schichten 3 und 4 erfolgen.

Die Hersteller von Zentralen bieten in ihren zentralen Kommunikationseinrichtungen meist einen mehr oder weniger hohen Schutz vor diesen Eindringversuchen. Verwaltungsnetze werden üblicherweise durch den Einsatz von Firewalls in verschiedenen Systemebenen gesichert.

3.2 Adressen

Feldgeräte und Zentralen kommunizieren über IP-Adressen. In einem Betreibernetz muss daher jedes Feldgerät eine eindeutige IP-Adresse haben. In erster Linie kommen dabei selbst verwaltete Adressen in Frage. Die kostenpflichtige Nutzung von echten Internet-Adressen ist möglich, allerdings aufgrund der hohen Anzahl benötigter Internetadressen unrealistisch. Dieses „Feldgerätenetz“ wird häufig ein sternförmiges Netz über kundeneigene Leitungen sein. Jedes Gerät hat einen eindeutigen Hostnamen (siehe Pkt. 5.2).

3.3 IP-Netz

Es ist projektspezifisch festzulegen, ob OCIT-Outstations und Adressen der zentralen Komponenten in einem gemeinsamen IP-Netz liegen. Gegebenenfalls ist projektspezifisch eine Firewall einzusetzen.

Eine direkte Kommunikation zwischen zentralen verkehrstechnischen Terminals und Feldgeräten über das IP-Netz ist nur beim zentralen Systemzugang definiert.

3.4 Routen

Auf Grund der Nutzung von IP in der OSI Schicht 3 ist es technisch prinzipiell möglich, Nachrichten zu „Routen“, daher Übertragungen von Feldgerät zu Feldgerät oder zu anderen Systemteilen durchzuführen. Bei sternförmigen Verbindungen erfolgt dabei das „Routen“ über die Zentrale, die hier ähnlich wie eine Telefonvermittlung arbeitet. Für diese Funktionen wurden bisher keine Festlegungen getroffen.

3.5 Zeitverhalten

Das System ist nicht konzipiert für Übertragungen mit deterministischem Zeitverhalten. Die erreichbare Übertragungsgeschwindigkeit im Netz hängt vom Kommunikationssystem und der Datenlast im Netz ab. Systemweite, zeitgenaue Aktionen werden deshalb uhrzeitgesteuert durchgeführt. Dazu ist in der Zentralen Ebene ein Zeitdienst vorhanden, nach dem (im Standardfall) alle geräteinternen Uhren gestellt werden, so dass im gesamten System alle Geräte über eine einheitliche Zeitbasis verfügen. Alle Meldungen und Befehle sind mit einem „Zeitstempel“ versehen, der sie zeitlich einordnet.

3.5.1 Systemzeit

Das System verlangt eine übereinstimmende Systemzeit in der Zentrale und allen Feldgeräten mit einer Genauigkeit von ± 500 ms.

Die Zentrale stellt dazu den **Zeitdienst NTP (RFC 1305)**¹ der von den OCIT- Lichtsignalsteuergeräten zur Synchronisierung der Gerätezeit mit der zentralen Zeit verwendet werden kann. Das Synchronisierverfahren kompensiert die Übertragungszeiten im Netz. Der Zeitdienst liefert eine monotone Zeitbasis, die keine Sprünge durch Sommer- Winterzeitschaltungen und keine Zeitzonen kennt (UTC-Zeit). Die UTC-Zeit ist die interne Zeitbasis des Systems. Zur Umrechnung auf die Lokalzeit werden Standortinformationen (Zeitzone) und die Schaltpunkte für die Sommer/Winterzeit benötigt. Diese sind in OCIT-Outstations nicht definiert. Die Umrechnung der von OCIT-Geräten in ihren Meldungen gelieferten UTC-Zeiten auf Lokalzeit erfolgt in der Zentrale.

Als NTP-Server gilt grundsätzlich FNr. 0 (fg0) in der Zentrale, wobei die IP-Adresse durch „reverse lookup“ erhalten werden kann. Eine manuelle Konfiguration von NTP-Servern ist eine projektspezifische Lösung.

3.5.1.1 Feldgeräte mit permanenten Datenverbindungen zur Zentrale

Hinweis: Funktion wurde gegenüber Vorgängerversion geändert (Häufigkeit der NTP-Abfrage).

Wird vom Betreiber keine explizite Anforderung angegeben, so besitzt der zentrale Zeitdienst die höchste Priorität bei der Zeitsynchronisation der Gerätezeit mit der zentralen Zeit. Uhren in den Feldgeräten bilden die Gerätezeit nur nach dem Einschalten oder wenn der zentrale Zeitdienst über eine vom Hersteller vorgegebene Zeit nicht erreichbar ist.

Der zentrale Zeitdienst NTP ist bei permanenten Verbindungen wie z. B. OCIT-O Profil 1, mindestens alle 15 Minuten und sofort nach dem Aufbau der Verbindung abzufragen.

Optional kann das Steuergerät vom Hersteller so konfiguriert werden, dass eine lokale Uhr die priore Zeitreferenz für die Gerätezeit bildet. Der zentrale Zeitdienst wird dann nicht bzw. nur bei Ausfall der lokalen Uhr verwendet. Mit dieser Option wird die geforderte einheitliche Systemzeit nur gewährleistet, wenn auch die zentrale Zeitreferenz für den Zeitdienst über eine **gleichartige Uhr** wie in den Lichtsignalsteuergeräten gewonnen wird.

¹ Die im OCIT-O-Protokoll V1.0 aufgeführte Alternative Dienst Netdate (RFC 868) wird nicht mehr erlaubt!

3.5.1.2 Feldgeräte mit temporären Verbindungen zur Zentrale

Eine Konfiguration mit prioren zentralen Zeitdienst ist hier nicht sinnvoll, da dazu permanente Verbindungen benötigt werden. Deshalb bilden lokale Uhren in den Feldgeräten (DCF 77 oder andere Systeme) die priore Zeitreferenz für die Gerätezeit. Die geforderte einheitliche Systemzeit wird nur gewährleistet, wenn auch die zentrale Zeitreferenz für den Zeitdienst über eine **gleichartige Uhr** wie in den Lichtsignalsteuergeräten gewonnen wird.

3.5.2 Ereignisorientierte Übertragung

- Jeder Übertragungsvorgang wird durch ein Ereignis (Event) ausgelöst:
- wenn der Betriebszustand des Gerätes wechselt (Bedienung, Störung, Fehler),
- wenn ein Aggregierungszeitraum abgelaufen ist, oder
- wenn durch die Gerätelogik entschieden wird, dass eine Übertragung durchzuführen ist.
- Die Übertragung von Ereignissen kann sowohl von der Zentrale als auch von den Feldgeräten ausgehen. Ob eine Quittierung der übertragenden Nachricht erfolgt oder nicht, oder ob die Nachricht bei fehlender Quittierung wiederholt wird, ist abhängig von der jeweiligen Definition.

3.5.3 Zeitliche Zuordnung

Aggregierte und zwischengepufferte Daten werden mit Zeitstempel übertragen. Der Zeitstempel ist ein Teil der übertragenen Daten.

3.5.4 Reaktionszeit

Bei quittierten Übertragungen ist ein Timeout vorzusehen, der die zu erwartende maximale Reaktionszeit berücksichtigt.

3.6 Logische Zuordnung

Das BTPPL-Protokoll verwendet ein asynchrones Aufrufverfahren, das heißt das aufrufende Programm läuft weiter, ohne die Ausführung bzw. Quittierung eines des Befehls abzuwarten. Antworten auf Befehle können daher in zeitlich unterschiedlicher Reihenfolge eintreffen. Die logische Zuordnung zwischen Befehl und Antwort wird durch den asynchronen Call - Respond Mechanismus des BTPPL -Protokolls sichergestellt.

3.7 Störung der Übertragungseinrichtung

Das Systemverhalten bei einer Störung der Übertragungseinrichtung ist abhängig vom Gerätetyp und Übertragungssystem. Systemweit gültige Festlegungen dazu finden sich im Doku-

ment „Basis“. Zusätzliche Festlegungen finden sich in den Dokumenten der Übertragungsprofile.

4 Übertragungsprotokolle

In diesem Kapitel werden die OSI-Schichten 3 und 4 beschrieben. Die OSI-Schichten 1 und 2 sind in den Dokumenten OCIT-O Profile aufgeführt.

4.1 Übertragungsprotokoll der OSI-Schicht 3 (IP)

In der Vermittlungsschicht wird in allen Fällen Standard-IP verwendet.

4.2 Verwendung der OSI-Schicht 4 Protokolle (UDP, TCP)

Hinweis: Funktion wurde gegenüber Vorgängerversion geändert (neue Telegrammgröße)!

Für die BTPPL-Kommunikation mit den OCIT-Outstations Geräten wird je nach Größe der Pakete entweder TCP oder UDP eingesetzt. Alle Pakete, die kleiner als 4 KByte sind, können per TCP oder UDP übertragen werden; alle Pakete die größer als 4 KByte müssen immer per TCP übertragen werden. Ob per TCP übertragen wird oder per UDP, entscheidet die Zentrale. Bei einer Anfrage per TCP wird per TCP geantwortet, bei einer Anfrage per UDP mit UDP.

Für jedes Versorgungselement wird ein OCIT-O Objekt angelegt.

Es werden die bestehenden OCIT-O Methoden, Fehlermeldungen etc. verwendet.

Versorgungsobjekte werden mit btppl als Nachricht mit niedriger Priorität (siehe auch 5.1) übertragen.

Die Beschränkung der Telegrammgröße auf 1 MByte bei TCP (ab OCIT-O Lstg V2.0 Ausgabe 1) wird mit OCIT-O Lstg Version 2 Ausgabe 3 auf 2 Megabyte angehoben. Das Feldgerät muss einen entsprechend großen Speicher zum Zwischenspeichern einer gesamten Versorgung (Puffer) vorhalten. Bei TCP sind btppl-Telegrammgrößen von bis zu 2 Megabyte zu verarbeiten.

Hinweis: Es ist beabsichtigt in der nächsten Version eine Fragmentierung einzuführen, durch welche die Größenbeschränkung der Telegramme aufgehoben wird.

4.2.1 UDP mit Rückmeldung

Bei einer Übertragung per UDP wird vom Client von irgendeinem Sendeport aus das Paket abgeschickt und zur Zuordnung der Antwort die Jobnummer (siehe 5.1.1) und der Sendeport + IP-Adresse des Senders gespeichert. Die Verwendung der Jobnummer stellt sicher, dass von einem Sendeport aus mehrere Befehle abgeschickt werden können, ohne dass auf die Antwort eines Befehls gewartet werden muss. Je nach Wichtigkeit des Befehls wird das Paket entweder an PNP oder an PHP abgeschickt.

Das Paket wird vom Server empfangen und dort bearbeitet. Für die Bearbeitung müssen die Jobnummer und die IP-Adresse des Senders und der Originalport zwischengespeichert werden, um die Antwort zurücksenden zu können. Wenn die gleiche Portnummer / Jobnummern-

kombination während der Bearbeitung ein weiteres Mal auftritt, ist es der Implementierung freigestellt, diesen Befehl entweder zu ignorieren oder ein weiteres mal abzuarbeiten. Sobald der Befehl abgearbeitet ist, wird die Antwort mit der Original-Jobnummer an den Originalport zurückgeschickt. Wenn nach diesem Absenden der Antwort ein Befehl mit der gleichen Portnummer und dem gleichen Job kommt, muss der Server den Befehl erneut bearbeiten.

Der Server sendet die Antwort (Respond Paket) an die Adresse zurück, von welcher der Request (Jobnummer + Port + IP-Adresse) kam. Wenn der Client das Antworttelegramm nicht vor Ablauf des Timeouts (Retry) empfängt, wiederholt er den Request (ggf. mehrfach). Erst wenn nach einem zweiten Timeout (Fail) noch keine Antwort zurückgekommen ist, wird der Befehl als fehlgeschlagen nach oben zurückgemeldet. Der Aufrufer weiß dann nicht, ob der Befehl nicht durchgeführt wurde oder der Befehl durchgeführt wurde und lediglich die Antwort verloren ging oder ob sich der Befehl noch in einer Warteschlange befindet. Es ist die Aufgabe des aufrufenden Prozesses, in diesem Fall den Befehl zu wiederholen oder zu ignorieren. Sobald eine Antwort zurückgesendet wird oder wenn der Fail-Timeout abgelaufen ist, wird die entsprechende Meldung zum aufrufenden Programm übertragen. Alle folgenden Antwortpakete, die verspätet eintreffen, werden einfach ignoriert.

Zum Senden eines Telegramms wird ein „Request“-Paket, für die Antwort ein „Respond“-Paket verwendet.

4.2.2 UDP ohne Rückmeldung

Die Nachricht wird von irgendeinem Sendeport aus abgeschickt. Je nach Wichtigkeit des Befehls sendet der Client das Paket (Request) entweder an den PNP oder an den PHP des Servers.

Das Paket wird vom Server empfangen und dort bearbeitet.

Als Pakete ohne Rückmeldungen werden lediglich die unten definierten „Messages“ verwendet.

4.2.3 TCP mit Rückmeldung

Bevor ein Paket über TCP übertragen wird, wird geprüft, ob ein TCP-Kanal bereits offen ist. Ist dies nicht der Fall, so wird ein TCP-Kanal geöffnet. Je nach Wichtigkeit des Befehls wird das Paket entweder an PNP (Port niederprior) oder an PHP (Port hochprior) abgeschickt. Die Jobnummer wird übertragen, da sie bei Multithreaded-Servern und -Clients benötigt wird. Der Kanal bleibt mindestens so lange geöffnet, bis die Antwort ankommt oder bis der Timeout (Fail) auftritt. Es muss aber während der Befehlsausführung geprüft werden, ob der Kanal nach wie vor existiert. Im Fehlerfall wird der Befehl abgebrochen. Der Kanal wird erst wieder für den nächsten Befehl geöffnet.

Die Antwort wird an den Port zurückgeschickt, von dem die Sendung ausging. Während der Bearbeitung bleibt der Kanal geöffnet. Der Server überträgt auch bei TCP die Jobnummer aus dem Request- in das Respondtelegramm. Wenn der Server das Antworttelegramm nicht übertragen kann, verwirft er es und versucht nicht den Kanal erneut zu öffnen.

Am Sendeport wartet der Client auf die Antwort (Respondtelegramm) auf den abgesendeten Befehl (Requesttelegramm). Wenn nach einem Timeout (Fail) noch keine Antwort zurückgekommen ist, wird der Befehl als fehlgeschlagen nach oben zurückgemeldet.

Der Aufrufer weiß dann nicht, ob der Befehl nicht durchgeführt wurde oder der Befehl durchgeführt wurde und lediglich die Antwort verloren ging oder ob der Befehl sich noch in einer Warteschlange befindet. Es ist die Aufgabe des aufrufenden Prozesses, in diesem Fall den Befehl zu wiederholen oder zu ignorieren. Sobald eine Antwort empfangen wird oder wenn der Fail-Timeout abgelaufen ist, wird dies dem Aufrufer rückgemeldet. Es ist nicht notwendig, dass der Kanal nach der Ausführung geschlossen wird. Allerdings müssen sowohl Client als auch Server so programmiert werden, dass auf ein Abreißen des Kanals korrekt reagiert wird.

Zum Senden eines Telegramms wird ein „Request“-Paket, für die Antwort ein „Respond“-Paket verwendet.

4.2.4 TCP ohne Rückmeldung

TCP ohne Rückmeldung ist möglich.

4.2.5 Übertragungssicherung in der Transportebene

Übertragungssicherung gegen Datenverfälschungen erfolgt in der Transportebene nur bei TCP, nicht aber bei UDP. TCP initialisiert, überwacht und beendet die Verbindung und stellt sicher, dass die Telegramme ankommen.

5 OCIT-Outstations Protokoll BTPPL (OSI-Schichten 5-7)

Dieses Kapitel enthält die Beschreibung des OCIT-Outstations Protokolls und weitere mit dem Protokoll in Zusammenhang stehende Definitionen wie z. B. der in OCIT-Outstations verwendete Sicherheitsalgorithmus.

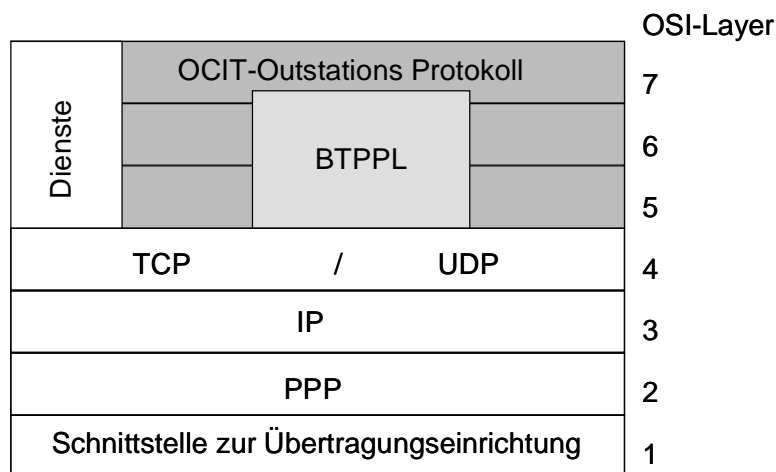


Bild 3: Protokolle für OCIT-Outstations

Das OCIT-Outstations Protokoll in den OSI-Schichten 5 – 7 umfasst:

- die Anbindung der Kommunikation an die Geräte-SW (inkl. OCIT-Objekte) der jeweiligen Hersteller und

- das speziell für OCIT-Outstations entwickelte Protokoll BTPPL. Dieses verbindet die Objekte in den entfernten Systemen (Zentrale und Feldgeräte) durch Methodenaufrufe. BTPPL bildet diese Methodenaufrufe durch Telegramme auf UDP/TCP/IP Ebene ab. BTPPL verwendet sehr kompakte Telegrammstrukturen.

5.1 Basis Transport Paket Protokoll Layer - BTPPL

BTPPL umfasst:

- Telegrammaufbau
 - Header
 - Serialisierung der Daten (Aufrufparameter der Methoden)
 - Prüfsummen (Fletcher, SHA-1)
- Ablauf von Methodenaufrufen
 - Funktionen mit Rückgabeparameter
 - Funktionen ohne Rückgabeparameter
- Methoden für Wechsel des OCIT-O Passwortes.

BTPPL umfasst nicht

- die Methoden zur Bedienung von Gerätefunktionen (diese liegen in der Anwendung),
- Definitionen für OSI-Schichten unterhalb von IP und
- Methoden zur Speicherung von Daten.

BTPPL ist ein symmetrisches Protokoll. Es wird kein prinzipieller Unterschied zwischen einem Feldgerät und einer Zentrale gemacht. Alle teilnehmenden Geräte sind sowohl Client als auch Server. Daher ist es vom Protokoll her ohne weiteres möglich, dass auch Feldgeräte Befehle an andere Feldgeräte senden können (wie die Zentrale Ebene).

BTPPL verwendet sog. asynchrone Methodenaufrufe. Hierbei werden durch das Protokoll Funktionen ("Methoden") in einem angeschlossenen Gerät aufgerufen und ausgeführt. Der Ressourcenbedarf asynchroner Methodenaufrufe ist erheblich geringer als der von synchronen Methodenaufrufen. Die zu definierenden Funktionalitäten der Schnittstelle werden in "Objekttypen", "Objekte" und "Methoden" unterteilt. Die Aufteilung hat dabei folgenden Hintergrund: In allen Geräten gibt es eine Reihe von Elementen, die mehr oder weniger unabhängig voneinander sind. In einem Lichtsignalsteuergerätsind dies z.B. Signalpläne mit ihren jeweils eigenen Befehlen, Messstellen, Betriebstagebücher oder VA-Logiken. Jedes dieser Elemente, obwohl physisch nicht vorhanden, ist im Sinne der objektorientierten Programmierung ein bestimmter Typ eines Objekts (Objekttyp). Jedes dieser Objekte kann einzeln angesprochen werden und besitzt eigene Funktionen (Methoden), die sich auf eben genau diese Objekt beziehen. Von bestimmten Objekttypen wie z.B. Signalplänen gibt es im Gerät mehrere Objekte. Damit diese Objekte unterschieden werden können, hat jedes Objekt eine genaue Bezeichnung (ObjektId).

OCIT-Outstations benötigt zwei Ports pro TCP und UDP: Über einen Port werden Nachrichten mit niedriger Priorität übertragen, über den anderen Port Nachrichten mit hoher Priorität.

Beide Ports werden sowohl für TCP als auch für UDP verwendet. Bei der Installation sind beide Ports vorbelegt:

- Nachrichten mit niedriger Priorität werden an **Port 3110** übertragen. Der Port wird im folgenden als **PNP** abgekürzt.
- Nachrichten mit hoher Priorität werden an **Port 2504** übertragen. Der Port wird im folgenden als **PHP** abgekürzt.

Der Sendeport ist jeweils frei festlegbar. Die Antwort wird an den Port im gleichen Protokoll zurückgeschickt, von dem der Auftrag stammt. Wenn ein Request per UDP gesendet wird und die Antwort > 4 KByte ist, wird als Antwort ein Fehler zurückgemeldet.

5.1.1 Telegrammaufbau BTPPL:

Offset	Offset + 0	Offset + 1	Offset + 2	Offset + 3				
0	BL (MSB)	BL (LSB)				
4	HdrLen	T	V	r	r	S	JobTime (Hi)	JobTime (Lo)
8	JobTimeCount	JobTimeCount			Member (Hi)	Member (Lo)		
12	OType (Hi)	OType (Lo)			Method (Hi)	Method (Lo)		
16	ZNr (Hi)	ZNr (Lo)			FNr (Hi)	FNr (Lo)		
20	Path, Länge: HdrLen-16							
4+HdrLen	Parameterblock: Länge: BL-HdrLen-2 (ohne SHA-1 Sicherung) Länge: BL-HdrLen-26 (mit SHA-1 Sicherung)							
BL-22	UTC (MSB)	UTC (LSB)				
BL-18	SHA-1 Prüfsumme							
BL-14	SHA-1 Prüfsumme							
Bl-10	SHA-1 Prüfsumme							
Bl-6	SHA-1 Prüfsumme							
Bl-2	SHA-1 Prüfsumme							
Bl+2	Fletcher (Hi)	Fletcher (Lo)						

Bei nicht sicherheitsrelevanten Telegrammen fehlen die Zeilen BL-22 bis BL-2.

Anmerkung:

MSB: most significant byte ($2^{31} \dots 2^{24}$)

LSB: least significant byte ($2^7 \dots 2^0$)

Die Felder haben folgende Bedeutung:

Name	Bedeutung
BL	Blocklänge. Die Blocklänge wird nur bei TCP verwendet. Bei UDP wird die Blocklänge des UDP-Blockes benutzt.
HdrLen	Länge des Kopfes inkl. Pfad in Byte. Ab der Adresse HdrLen beginnen die Parameter des Befehls. Wenn kein Pfad vorhanden ist, hat HdrLen den Wert 16, ansonsten $16 + \langle \text{Länge des Pfadeintrags in Byte} \rangle$.
T	Typ des Telegramms (Flag $\gg 5$): 0: Request (Befehlstelegramme). 1: Respond (Antworttelegramme auf Befehlstelegrammtyp „Request“) 2: Message (Befehlstelegramme ohne Antwort) 3..8: reserviert
V	OCIT-Outstations-BTPPL Version ((Flag $\gg 3$) & 3): 0: OCIT-Outstations-BTPPL Version 1 1..3: reserviert
r	Reservierte Bits (immer 0)
S	SHA-1 Prüfsumme (Flag & 0x01): 0: nur Fletcher Prüfsumme 1: Fletcher Prüfsumme und SHA-1 Prüfsumme
JobTime JobTimeCount	JobTime und JobTimeCount zusammen bilden die Jobnummer. Die Jobnummer wird für ein Request-Telegramm vom Sender generiert und darf bis zur Antwort (Respond-Telegramm) nicht neu vergeben werden. Im Respond-Telegramm wird die gleiche Nummer eingetragen. Damit kann der Respond zugeordnet werden. In Message-Telegrammen ist dieses Feld auf 0 zu setzen.
Member	Nummer des Herstellers, der das Access-Objekt definiert hat. Die Herstellernummern (Member-Nummern) werden von der ODG vergeben
OType	Typ des Objekts
Method	Nummer der Methode innerhalb des Interfaces
ZNr	Nummer der Zentrale. Jede Zentrale eines Betreibers muss eine eindeutige Zentralen-Nummer haben.
FNr	Nummer des Feldgerätes unterhalb der Zentrale. Alle Geräte, die von einer Zentrale gesteuert werden, müssen zentralenweit einen eindeutigen Namen haben. Die Zentrale hat immer die Feldgeräte-Nummer 0.
Path	Objekte, die mehrfach in einem Gerät existieren, werden hier eindeutig definiert. Die Länge des Pathtyps ist verschieden. Sie lässt sich unmittelbar aus HdrLen ableiten. Der Pfad kann auch eine ungerade Länge haben.
Parameter block	Eingabeparameter bei Request- und Message-Blöcken, bei Respond-Blöcken die Ausgabe-Parameter. In Respond-Blöcken sind die ersten zwei Byte immer das Statuswort, in dem das Funktionsergebnis eingetragen ist.

Name	Bedeutung
	Der Parameterblock ist unterschiedlich lang. Der Parameterblock kann eine ungerade Länge haben.
UTC	Uhrzeit, zu dem das Paket abgeschickt wurde, als unsigned-32 Format. Das UTC-Feld wird nur verwendet, wenn ein gesichertes Telegramm (also mit SHA-1) übertragen wird.
SHA-1	Prüfsumme. Die Prüfsumme wird über den Bereich von HdrLen (Offset 0 bei UDP, 4 bei TCP) (einschließlich) bis UTC(LSB) (einschließlich) gebildet. Detaillierte Beschreibung in Kapitel 5.7.3.
Fletcher	Fletcher-Prüfsumme. Die Prüfsumme wird über den Block von HdrLen (einschließlich) bis zu dem Byte vor der Prüfsumme (einschließlich) gebildet. Sie umfasst damit also immer den Parameterblock und – falls übertragen – auch die SHA-1 Prüfsumme. Detaillierte Beschreibung in Kapitel 5.7.2.

5.2 Allgemeine Kommunikation Client – Server

Alle im Protokoll vorhandenen Kommunikationen lassen sich auf das Prinzip Client - Server zurückführen, welches hier zunächst beschrieben wird. Welche Rolle die einzelnen Geräte dann jeweils einnehmen, ist unten aufgeführt.

Jedes Gerät hat einen eindeutigen Hostnamen. Der Hostname ist folgendermaßen aufgebaut:

fg<Gerätenummer>.z<Zentralennummer>.<Betreiber-Domain>

Die OCIT-Outstations LSA 5 an der Zentrale 3 der Betreibers „ruebenstadt-sv.de“ hat damit den Hostnamen:

fg5.z3.ruebenstadt-sv.de

In der Zentrale wird ein DNS-Server (Nameserver) eingerichtet und dort die IP-Adressen der Feldgeräte projektspezifisch fest versorgt. Auch die Die OCIT-Outstations Systemzugänge (Hinweis: In OCIT-O V2.0 nicht angeboten) verwenden zur Bestimmung der IP-Adresse den DNS-Server (RFC 1034, RFC 1035, RFC 974, RFC 1912).

Die Kommunikation der Feldgeräte untereinander läuft über IP-Routing (bisher noch nicht standardisiert). Die Vergabe der IP-Adressen erfolgt dabei projektspezifisch.

5.2.1 Änderung des Domain-Namens von Feldgeräten über einen DNS

Mit dieser Möglichkeit werden Änderungen von Domain-Namen der Betreiber-Domain, die üblicherweise alle Lichtsignalsteuergeräte / Feldgeräte eines Regelgebiets betreffen, automatisch durchgeführt. Die proprietär durchzuführende Umversorgung der Domain-Namen aller betroffenen Feldgeräte ist damit nicht mehr notwendig.

Die Feldgeräte ermitteln dazu ihren gültigen Domain-Namen aus Daten, die bei der Initialisierung von der zentralen Ebene an die Feldgeräte übertragen werden. Diese Daten sind in

den bisher festgelegten Übertragungsprofilen definiert. Das Feldgerät erhält somit schon bisher

- die IP-Adresse des zentralen Peers,
- die IP-Adresse des Feldgerätes (FG-IP Adresse) und
- zwei Adressen von Domain Name Servern.

Um den Domainnamen bzw. mögliche Änderungen des Domain-Namens festzustellen, führt das Feldgerät bei jedem Verbindungsaufbau eine Rückwärtssuche im DNS (reverse DNS look-up) über die FG-IP Adresse durch und erhält daraus vom DNS seinen vollständigen Domain-Namen (fully qualified domain name). Dieser ist gemäß OCIT-O Protokoll:

"fg<Gerätenummer>.z<Zentralennummer>.<Betreiber-Domain>"

also zum Beispiel *fg5.z3.ruebenstadt-sv.de*. Daraus wird der für das Feldgerät gültige Domain-Name der Betreiber-Domain, im Beispiel *ruebenstadt-sv.de*, abgeleitet.

Erkennt das Feldgerät eine Änderung seines Domain-Namens aktualisiert es seine Einstellungen. Falls der reverse look-up fehlschlägt, behält das Feldgerät seine alte Einstellung bei.

Jede zentrale Ebene mit OCIT-O Komponenten muss den reverse DNS look-up der FG-IP Adresse unterstützen.

5.3 Zeitliche Zuordnung (Zeitstempel)

- Aggregierte Daten werden mit der Uhrzeit (Zeitstempel) des Intervallbeginns übertragen. Der Zeitstempel ist nicht Bestandteil von BTPPL sondern des jeweiligen Objekts.
- Zwischengepufferte Daten werden mit der Uhrzeit (Zeitstempel) bei Auftreten des Ereignisses übertragen. Der Zeitstempel ist nicht Bestandteil von BTPPL sondern des jeweiligen Objekts.
- Als Format des Zeitstempels wird die UNIX-Codierung der UTC festgelegt. Die Codierung speichert die Anzahl der Sekunden seit dem 1.1.1970 in einer 32-Bit Variable. Diese Codierung wird von praktisch allen Betriebssystemen unterstützt, sie ist kompakt und erleichtert die Sortierung von Ereignissen. Es ist darauf zu achten, dass dieses Zeitformat am 19.1.2038 überläuft. Für die Kommunikation in OCIT-Outstations wird die 32-Bit-Variable in diesem Fall einfach weitergezählt und läuft damit erst ca. 2100 n.Chr. über.

5.3.1 Timeout

Hinweis: Funktion wurde gegenüber Vorgängerversion geändert (neue Rechenregel für Timeout)!

Bei quittierten Übertragungen ist ein Timeout in der Applikation vorzusehen, der die zu erwartende maximale Reaktionszeit berücksichtigt. Für alle quittierten Übertragungen wird der gleiche Timeout:

$120\text{ s} + \text{Telegrammlängen}/(\text{n Bytes/s})$ verwendet.

$\text{n} = 1000\text{ Bytes/s}$ bei Profil 1

$\text{n} = 250\text{ Bytes/s}$ bei Profil 2 mit GSM (nicht evaluiert und abhängig von der Qualität der GSM-Verbindung)

Telegrammlängen = Länge des Request + Länge des Respond Telegramms, jeweils von HdrLen bis einschließlich Fletcher.

Die Timeout-Zeit wird erst ab dem Start der Übertragung (Start Übergabe des Request Telegramms an TCP) gerechnet. Mit dem Empfang der Länge des Respond Telegramms ist der Timeout-Zähler speziell bei langen Antworttelegrammen gemäß obiger Formel zu korrigieren.

5.4 Logische Zuordnung

Für Befehle kann eine 32-Bit Vorgangskennung definiert werden, die systemweit eindeutig ist und für Betriebstagebücher etc. verwendet wird. Die Vorgangskennung ist ein Teil der Daten eines Objektes. Sie ist in OCIT-O Basis beschrieben. Die Spezialisierung für Lichtsignalsteuergeräte findet sich in OCIT-O Lstg.

Antworten auf Befehle können in zeitlich unterschiedlicher Reihenfolge eintreffen. Die logische Zuordnung erfolgt durch IP-Adresse, Port und 32-Bit Jobnummer (die Jobnummer ist ein Bestandteil des BTPPL-Protokolls).

5.5 Codierung der Daten

Für die Codierung der Daten wird in OCIT-Outstations ein abgewandeltes XDR-Format eingesetzt (RFC 1014). Um Bandbreite zu sparen werden folgende Änderungen am XDR-Format durchgeführt:

- Die Basic-Block-Size (RFC 1014, Punkt 2) wird auf 1 Byte herabgesetzt. Die Verwendung von 32 Bit pro Byte ist zu groß. Entsprechend wird bei den Punkten RFC 1014 - 3.8, 3.9 und 3.10 der Wert von r auf 0 gesetzt (kein Padding).
- Zusätzlich zum Signed-Integer (RFC 1014, Punkt 3.1) wird ein Signed-Short (16 Bit) und ein Signed-Char (8 Bit) hinzugefügt. Entsprechend werden zum Unsigned-Integer (RFC 1014, Punkt 3.2) ein Unsigned-Short (16 Bit) und ein Unsigned-Char (8 Bit) hinzugefügt. Ein Padding findet in keinem Fall statt.
- Boolean-Werte werden als Unsigned-Char gespeichert.
- Strings werden immer mit einem 16-Bit (USHORT) Längenwort dargestellt, welches die Anzahl der BYTES(!) im String angibt.
- Abhängig von der maximalen Zahl an Elementen wird entweder ein Längenbyte (max. 255 Elemente), ein Längenwort (65535 Elemente) oder ein ULONG vorangestellt, welches die Zahl von Elementen angibt.

Die Union-Diskriminatoren (die nur sehr selten sind) bleiben bei jeweils 4 Byte Länge, um nicht verschiedene Typen von Unions einführen zu müssen.

5.6 Objekte

Die Funktions-Aufrufe in OCIT-Outstations sind objektorientiert aufgebaut. Anders als z.B. bei RPC wird eine Funktion nicht nur durch eine Zahl repräsentiert, sondern durch die Kombination von Objekttyp, ObjektId und Methode. Dies soll zunächst genauer erläutert werden:

Element	Beschreibung
Objekttyp (<i>Member</i> , <i>oType</i>)	<p>Alle Elemente, auf die in einem OCIT-Gerät zugegriffen werden kann, sind einem Objekttyp zugeordnet. Beispiele für solche Objekttypen sind: Signalplan, Detektor, Betriebstagebuch usw. Es gibt eine Reihe von Objekttypen, die sehr einfach sind und auf die z.B. nur schreibend oder lesend zugegriffen werden kann, wie z.B. Gerätename.</p> <p>Der Objekttyp wird durch die Felder <i>Member</i> und <i>oType</i> beschrieben. <i>Member</i> ist die Member-Nummer des Herstellers, der den Objekttyp verwendet. Bei OCIT-Outstations Objekttypen wird immer eine 0 oder 1 eingetragen, für herstellereigenspezifische Objekte steht hier die Nummer des Herstellers.</p> <p><i>oType</i> ist der Objekttyp selbst. Die Nummer muss für die Standard-Objekte eindeutig vergeben werden. Bei herstellereigenspezifischen Objekten können sie durch die Hersteller festgelegt werden, da sich die Objekte schon durch <i>Member</i> unterscheiden.</p>
ObjektId (<i>ZNr</i> , <i>FNr</i> , <i>Path</i>)	<p>Die meisten Objekttypen sind mehrfach vorhanden. Dies gilt z.B. für Signalpläne 1 bis n, Detektoren 1 bis n, Betriebsmeldungsarchive usw. Um die sog. Instanzen dieser Objekte unterscheiden zu können, wird eine ObjektId benötigt, die für einen Betreiber zentralenübergreifend eindeutig ist. Anders als in den meisten Kommunikationssystemen ist in OCIT-Outstations diese Adresse (ObjektId) von variabler Länge und vor allem "sprechend". Das bedeutet, dass sich aus der ObjektId bereits relevante Daten herauslesen lassen. Die ObjektId für ein Signalprogramm besteht beispielsweise aus drei Elementen: Zentralen-Nummer (<i>ZNr</i>), Feldgeräte-Nummer (<i>FNr</i>) und der Signalprogrammnummer, die im Path gespeichert sind. Alle drei Elemente sind für den Benutzer und noch wichtiger für die Programme unmittelbar auswertbar und "verständlich".</p> <p>Die Einträge <i>ZNr</i> und <i>FNr</i> sind in jeder ObjektId vorhanden, obwohl z.B. eine Zentrale keine Gerätenummer haben müsste. Der Grund dafür ist, dass sich aus der Kombination <i>ZNr</i> und <i>FNr</i> die Zieladresse des Gerätes feststellen lässt. Würde <i>FNr</i> nicht bei jedem Objekt enthalten sein, müsste die Zentrale zunächst immer anhand des Objekttyps feststellen, ob das Objekt an das Kreuzungsgerät weitergeleitet werden muss.</p> <p>Der <i>Path</i> enthält in den meisten Fällen kein oder nur ein Element. Es ist jedoch möglich, dass der <i>Path</i> auch mehrere Elemente enthält, solange die Gesamtlänge</p>

Element	Beschreibung
	ge nicht 240 Byte übersteigt.
Objekt	Die Kombination aus Objekttyp und ObjektId wird als Objekt bezeichnet. Wie aus den obigen Beschreibungen bereits hervorgeht, gibt es pro Gerät mindestens ein Objekt (das eigentliche Gerät) und im Normalfall zusätzlich weitere Objekte. Diese sind z.T. von OCIT-Outstations vorgegeben, z.T. durch die Hersteller selbst definiert.
Methode (<i>Method</i>)	<p>Alle "Funktionen", die in einem OCIT-Gerät ausgeführt werden, beziehen sich auf Objekte. Daher werden sie wie in der objektorientierten Programmierung üblich als <i>Methoden</i> bezeichnet. Es ist immer möglich, dass die gleichen Methoden auf unterschiedliche Objekte angewendet werden können. Methoden sind in OCIT-Outstations immer zu Interfaces gruppiert.</p> <p>Alle Methoden sind Funktionen mit Ein- und Ausgabeparametern sowie einem Funktionsergebnis. Das Funktionsergebnis ist ein 16-Bit-Wert. Die ersten 10000 Einträge sind für OCIT-Outstations reserviert. 0 bedeutet dabei immer "Fehlerfreie Ausführung", während die Werte von 1..9999 für OCIT-Outstations spezifische Fehler stehen. Werte über 10000 sind Herstellern vorbehalten und haben pro Hersteller und pro Objekt eine unterschiedliche Bedeutung.</p> <p>Die Ein- und Ausgabeparameter sind in einer komprimierten XDR-Variante codiert (siehe Pkt. 5.5). Die Ein- und Ausgabeparameter pro Methode sind fix und ändern sich nicht, egal auf welches Objekt die Methode angewendet wird. Einen Ausnahmefall bilden die Methoden des Interface 0 (Pkt. 6.3). Sie sind vom jeweiligen Objekt abhängig.</p>
Parameter	<p>Im OCIT-Outstations Protokoll wird jede Methode mit 0..n Eingangsparametern aufgerufen und liefert 0..n Ausgangsparameter zurück. Jeder der Parameter kann strukturiert sein. Die Eingangs- und die Ausgangsparameter werden in einem komprimierten XDR-Format codiert.</p> <p>Bei Messages (Methoden ohne Rückgabeparameter) läuft das aufrufende Programm weiter, ohne die Ausführung des Befehls abzuwarten (asynchroner Aufruf).</p>

5.6.1 Member-Nummer

Mit Hilfe der Member-Nummer ist im OCIT-Outstations-Systems eine Unterscheidung zwischen OCIT-Objekten und Hersteller-Objekten möglich. Member 0 und 1 sind die von der ODG festgelegten OCIT-Outstations-Objekte. Sie kennzeichnen den Standard. Die sogenannten Hersteller-Objekte werden entsprechend den OCIT-Regeln in eigener Verantwortung des jeweiligen Urhebers erzeugt. Die Verwaltung der Member-Nummern obliegt der ODG. Sie aktuelle Liste wird auf der Homepage www.ocit.org veröffentlicht.

5.6.2 Identifizierung der Objekte

Alle Objekte werden weltweit durch einen eindeutigen Access-Pfad identifiziert. Dieser Pfad besteht aus drei festen Bestandteilen und einem "Path" variabler Länge.

- Der erste feste Bestandteil ist die Betreiber-Identifizierung. Diese ermöglicht eine zentralenübergreifende Kommunikation. Als Betreiber-Identifizierung kann eine echte Internet-Domain Adresse verwendet werden oder eine ähnlich aufgebaute Adresse eines Inselnetzes. Die Betreiberdomain ist nicht Bestandteil der BTPPL-Telegramme, sie wird nur zum Aufbau von zentralenübergreifenden Verbindungen verwendet.
- Zur Geräteidentifizierung werden im BTPPL-Header 2 Einträge verwendet: Die Zentralen-Nummer (ZNR) und die Feldgeräte-Nummer (FNr). Die Zentralen-Nummer ist eine eindeutige Nummer der Zentrale bei einem Betreiber. Sie umfasst einen Wertebereich von 0..65534. Die Feldgeräte-Nummer ist eindeutig bezogen auf die Zentrale. Sie umfasst einen Wertebereich von 1..65534. Die Feldgeräte-Nummer für Zentralen ist immer die Nummer 0.

Mit diesen ersten Teilen lässt sich eindeutig der Hostname und damit die IP-Adresse bestimmen, die das Gerät hat. Ein Gerät wird immer nur über eine IP-Adresse angesprochen.

Der Path dient dazu, Objekte innerhalb des Gerätes zu identifizieren. Er besteht meist aus 0 oder 1, seltener aus 2 oder mehr Einträgen. Für Objekte, die nur einmal pro Gerät vorhanden sind, ist der Path leer. Objekte wie z.B. Detektoren, die sich über einen Eintrag identifizieren lassen, haben die Nummer als Path-Eintrag. Nur Objekte, die unterhalb solcher mehrfach vorhandenen Objekte stehen, wie z.B. Einträge in einer Matrix, die mehrfach im Gerät vorkommt, haben mehr als einen Eintrag (z.B. 3).

Die Struktur des Pfades ist durch Member und OType eindeutig gekennzeichnet. Das Feld Method im BTPPL Telegramm gibt die aufzurufende Schnittstellenfunktion (Methode) an.

Die Nichtverfügbarkeit eines von der Zentrale aufgerufenen Leistungsmerkmals muss zu einer erkennbaren Reaktion des Feldgeräts führen. Dazu wird der aufrufende Befehl vom Feldgerät mit einem negativen Returncode quittiert, explizite OCIT-O Meldungen des Feldgeräts werden nicht erwartet. Auf der Grundlage negativer Returncodes kann die Zentrale entsprechende Meldungen oder Handlungen generieren (optionales und herstellerspezifisch implementiertes Merkmal der Zentrale).

Hinweis: Reaktionen der Zentrale auf die Returncodes werden nicht festgelegt!

5.6.2.1 Auswahl der Returncodes (RetCodes)

1. Es werden die bei den Methoden stehenden RetCodes verwendet, aber nur wenn die Bedingungen lt. Beschreibung zutreffen.
2. Treffen die Bedingungen nicht zu, werden andere passende RetCodes nach der Definition in der XML ausgewählt: Objekt RetCode 0:66 (OCIT-O_Basis_vv.xml).
3. Falls dabei mehrere RetCodes zutreffen bzw. geeignet erscheinen, wird die Auswahl nach den in der nachfolgenden Tabelle festgelegten Prioritäten durchgeführt. Die Priorität eines RetCode Wertes hat den Zweck Mehrdeutigkeiten an der OCIT-O Schnittstelle aufzulösen. Treffen die Bedingungen für mehrere RetCode Werte zu, ist der RetCode mit der numerisch höheren Prio zu senden.

Die in der Tabelle nicht farbig markierten RetCodes werden von der Anwendung erzeugt und über die Leitung versendet.

Die in der Tabelle grün markierten RetCodes werden von der BTPPL-Lib erzeugt und über die Leitung versendet.

Die in der Tabelle grau markierten RetCodes werden von der lokalen BTPPL-Instanz erzeugt und nicht über die Leitung versendet. Diese RetCodes haben deshalb einen höherer Priorität als die RetCodes der Anwendung. Zwischen Anwendung und BTPPL-Lib dürfen die Ret-Codes lokal auch mit abweichenden Prioritäten auftreten.

Hinweis: Lichtsignalsteuergeräte mit OCIT-O Lstg ab Version 2.0 Ausgabe 3 müssen die Retcodes entsprechend der Tabelle handhaben. Bei Interoperabilitätsproblemen sind die beteiligten Systeme entsprechend nachzuführen!

Prio	Name	Description	Value
0	OK	Methode erfolgreich ausgeführt	0
2	NO_SF	Liste enthält keinen Sekundenframe, der die Bedingung erfüllt	1000
3	SF_NOFOLLOW	Sekundenframes richtig geliefert und keine später eingetragenen Sekundenframes in Liste vorhanden.	1002
4	SF_FOLLOW	Sekundenframes richtig geliefert und weitere Sekundenframes, die später als diese eingetragen wurden, sind in der Liste	1001
5	ERROR	Allgemeiner Fehler	1
10	PARAM_INVALID	Fehlerhafter Parameter	32
11	NOT_INACTIVE	Die Liste darf nicht gestartet sein um diese Methode auszuführen.	1003
12	BUFFER_TOO_SMALL	BUFFER_TOO_SMALL: wird geliefert, wenn der Sekundenframe so groß werden kann, dass weniger als vier Einträge in den Ringpuffer passen.	1005
13	CYCLE_TOO_SHORT	CYCLE_TOO_SHORT : Die angegebene Zykluszeit ist zu kurz.	1007
14	UNKNOWN_OP	UNKNOWN_OP : Nicht unterstützter Operator	1008
15	NO_EVENT	NO_EVENT: der Event kann aus irgendeinem Grund nicht eingetragen werden	1009
16	NOT_POSSIBLE	wenn der Auftragstyp keine Auftrags Elemente zulässt, wie z.B. bei Meldungen, R09 und AMLi oder keine weiteren Aufträge oder Auftrags Elemente mehr möglich.	1006
20	ILLEGAL_STATE	Die Transaktion befindet sich im illegalen Zustand.	38
25	NOT_CONFIGURED	Die angesprochene Funktion ist wegen fehlender Versorgung nicht verfügbar	34
29	EXISTS_ALREADY	Element existiert bereits, Funktion wurde nicht ausgeführt.	36
30	INTERVALL_INVALID	ungültiges oder bereits abgelaufenes Intervall angegeben	33
45	ACCESS_DENIED	Der Zugriff auf die gewünschte Funktion ist nicht erlaubt.	35
46	ERR_METHOD	BTPPL: angegebene Methodennummer ist nicht bekannt/implementiert.	8

Prio	Name	Description	Value
47	ERR_PATH_VAL	Keine Instanz zu angegebenem Pfad (Wert) gefunden	17
48	ERR_PATH_LEN	Unerwartete Pfadlänge	16
49	ERR_TYPE	BTPPL: Typ, bestehend aus ODG-MemberId und OType ist nicht bekannt/implementiert.	7
50	ERR_DEST_UNKNOWN	BTPPL: unbekannte Zieladresse	9
90	TOO_MANY	Funktion konnte wegen Ressourcenbegrenzung nicht ausgeführt werden.	37
100	ERR_BAD_CALLCHK	BTPPL: Die Methode wurde mit einer falschen Checksumme aufgerufen.	2
101	ERR_BAD_CALLTIME	BTPPL: Die Uhrzeit des Aufrufs stimmt nicht auf 30 Minuten genau mit der lokalen Uhrzeit überein.	3
102	ERR_BAD_RETCHK	BTPPL: Wird nach der Übertragung vom Sender generiert, wenn die Prüfsumme beim Return-Telegramm nicht übereinstimmt.	4
103	ERR_BAD_RETTIME	BTPPL: Wird nach der Übertragung vom Sender generiert, wenn die Uhrzeit des Returnblockes nicht stimmt, der Sendeblock aber korrekte Uhrzeit hatte. In diesem Fall wurde der Befehl bereits durchgeführt, es ist aber eine Synchronisation der Uhrzeit notwendig. Wenn der Code nach der Zeitsynchronisation wieder auftritt, deutet dies auf Hacker oder Bug hin.	5
105	ERR_FRAME	BTPPL: invalid Header(length, flags, fletcher checksum)	13
200	ERR_SYNCHRONIZE	BTPPL: Wird nach der Übertragung vom Sender generiert, wenn die Uhrzeit des Returnblockes nicht stimmt und der Befehl bereits vom Sendeblock her eine falsche Uhrzeit hatte. Dieser Code wird zwischen Steuergerät und Zentrale nicht verwendet.	6
200	OSERR	Allgemeiner Systemfehler	18
201	ERR_DEST_UNREACHABLE	BTPPL: Ziel zwar bekannt aber z.Zt. nicht erreichbar	10
202	ERR_TIMEOUT	BTPPL: Funktion wurde mit Timeout abgebrochen	11
203	ERR_NOREQUEST	BTPPL: no Request found to send the Respond	12
204	OSERR_SOCKET	Systemfehler beim anlegen von socket	19
205	OSERR_BIND	Systemfehler bei bind	20
206	OSERR_CONNECT	Systemfehler bei connect	21
207	OSERR_WRITE	Systemfehler bei write	22
208	OSERR_READ	Systemfehler bei read	23
209	OSERR_LOCK	Systemfehler bei mutex grab/release	24

5.6.3 DNS-Cache-Invalidierung

Es ist möglich, dass während des Betriebs die IP-Adresse des Feldgeräts gewechselt wird (nicht jedoch sein Hostname!). BTPPL sollte nicht für jeden Befehl eine DNS-Abfrage machen, da diese Abfrage ressourcen- und zeitraubend ist. Statt dessen sollten die Ergebnisse der Abfrage gecached werden. Um die Kohärenz des Caches zu gewährleisten, muss in BTPPL eine DNS-Cache-Invalidierung stattfinden. Sobald diese stattfindet, müssen die entsprechenden Adressen neu bestimmt werden:

- Beim Empfangen einer Übertragung mit einem falschen SHA-1 Passwort
- Nach einem mehrfachen Timeout
- Beim Hochlaufen

5.7 Sicherung der Übertragung beim OCIT-Outstations Protokoll

- OCIT-Outstations Telegramme werden durch verschiedene Maßnahmen gegen Datenverfälschungen oder Angriffe von außen geschützt :
- OCIT-O Passworte, die jeder Kommunikationspartner versorgt hat.
- Die Übertragungssicherung gegen Datenverfälschungen sowie z.B. fehlgeleitete UDP-Pakete oder Angriffe von außen erfolgt durch einen Fletcher-Algorithmus
- Eine erhöhte Sicherheit gegen Angriffe von außen wird bei der Übertragung sicherheitsrelevanter Daten benötigt und durch einen SHA-1 Algorithmus gewährleistet (der aus den Passworten und dem Dateninhalt die Prüfsumme berechnet).
- Die Übertragungssicherung gegen Datenverfälschungen erfolgt in der Transportebene (und bei Verwendung von PPP auch im Data-Link-Layer) jeweils durch das Protokoll

5.7.1 OCIT-O Passworte

Für die Übertragungssicherung werden Passwörter verwendet, die von den jeweiligen Empfängern zur Kennzeichnung oder Überprüfung des Absenders und zur SHA-1 Übertragungssicherung (siehe Pkt. 5.7.3) verwendet werden. Die Anwendung dieses Verfahrens hat den Vorteil, dass die Systemzugänge und andere Verbindungen nicht zwingend über Firewall gesichert werden müssen.

Feldgeräte kennen mindestens folgende OCIT-O Passwörter:

- Passwort des Feldgerätes selbst (bei Auslieferung vorbelegt mit „OCITPASSWORT“)
- Passwort der Zentrale (bei Auslieferung vorbelegt mit „OCITPASSWORT“)
- Passwort der Ersatzzentrale
- Passwort des zentralen Systemzugangs
- Passwort für unbekannte IP-Adressen (Default)

Für jede dieser Verbindungen ist ein Paar von Passwörtern notwendig:

- Das Passwort des Gerätes selbst (Passwort des Feldgeräts, der Zentrale oder der anderen Einrichtungen)
 - zur Kennzeichnung des Absenders und
 - zur SHA-1 Datensicherung der ausgehenden Kommunikation.
- Das Passwort des jeweiligen Kommunikationspartners
 - zur Prüfung auf Zulässigkeit der eingehenden Kommunikation und
 - zur Kennzeichnung des Absenders von Request-Telegrammen.

Als Passwort wird bei Request- und Message-Telegrammen das Passwort des Absenders verwendet, bei Respond-Telegrammen das Passwort des Absenders des zugehörigen Request-Telegramms.

Da definitionsgemäß eine zentrale Einrichtung die Passwörter in den Feldgeräten ändern kann, ist es notwendig, dort für jedes Feldgerät die entsprechenden Passwortpaare vorzuhalten. Mehr dazu im Dokument OCIT-O Basis, Systemobjekt RemoteDevice

Hinweis: Vorzugsweise sollen alle Feldgeräte innerhalb eines zentralen Systems das gleiche Feldgeräte-Passwort verwenden.

5.7.1.1 Installation eines neuen Gerätes

- Das Gerät wird mit dem Standard OCIT-O Passwort "OCITPASSWORT" ausgeliefert.
- In der Zentrale wird ein OCIT-O Passwort P1 gespeichert. (Zum Wechsel der Passwörter wird ein zweiter Eintrag P2 in der Zentrale angelegt, der im Normalfall mit dem OCIT-O Passwort P1 belegt ist). Das OCIT-O Passwort P1 wird bei Auslieferung der Zentrale ebenfalls mit "OCITPASSWORT" vorbelegt.
- Die Zentrale führt als ersten Befehl einen Wechsel des Standard OCIT-O Passworts im Gerät auf das Passwort durch, welches in der Zentrale verwendet wird (Vorgehen s.u.).

5.7.1.2 Wechsel des OCIT-O Passworts eines Feldgerätes

Das OCIT-O Passwort wird nur von der Zentrale aus gewechselt. Der Wechsel findet folgendermaßen statt:

- Die Zentrale schickt einen Passwort-Wechselbefehl an das Gerät.
- Das Gerät wechselt das Passwort aus und verwendet sofort das neue OCIT-O Passwort. Die Antwort wird nicht gesichert übertragen. Alle folgenden Antworten sowie alle Befehle des Gerätes zur Zentrale codiert es mit dem neuen OCIT-O Passwort .
- Die Zentrale akzeptiert nach dem Aufruf nur Antworten nur mit dem neuen OCIT-O Passwort .

Alle im Retry-Cache verbliebenen Nachrichten werden mit dem neuen OCIT-O Passwort umcodiert.

5.7.2 Übertragungssicherung durch den Fletcher-Algorithmus

Übertragungssicherung gegen Datenverfälschungen wird bei allen OCIT-Outstations Telegrammen durch einen Fletcher-Algorithmus (Prüfsumme) erreicht. Außerdem können damit z.B. fehlgeleitete UDP-Pakete eliminiert werden. Der Fletcher-Algorithmus ist Bestandteil des OCIT-Outstations Protokolls.

Alle Pakete mit falscher Fletcher-Prüfsumme werden verworfen.

Der Fletcher-Algorithmus ist ein einfacher aber effektiver Algorithmus, der nur 2 Byte pro Paket erfordert. Er ist ein eher unbekannter Algorithmus, was Ad-hoc-Angriffe erschwert:

```
unsigned char c0, c1;

void initialize_fletcher()
{
    c0 = c1 = 0;
}

void do_check(unsigned char inbyte)
{
    c0 = (c0 + inbyte) % 255;
    c1 = (c1 + c0) % 255
}

short fletcher()
{
    unsigned char hi_fletcher = 255 - ((c0 + c1) % 255);
    unsigned char lo_fletcher = c1;
    return ((short)hi_fletcher << 8) | lo_fletcher;
}

char check_fletcher()
{
    return (c0 == 0) && (c1 == 0);
}
```

Um den Algorithmus auszuführen, muss vor der Bildung der Prüfsumme `initialize_fletcher` aufgerufen werden, pro Byte Sachdaten dann `do_check` und schließlich mit `fletcher` die Prüfsumme gebildet werden. Um die Prüfsumme zu verifizieren, wird `do_check` über den Block Sachdaten und (!) die Fletcher-Prüfsumme durchgeführt und dann mit `check_fletcher` geprüft, ob die Prüfsumme korrekt ist.

In Assembler ist der Algorithmus noch effizienter, da die `do_check` Operation z.B. in 8086-Assembler so gelöst werden kann:

```
MOV al, c0          ; c0 in den Accu laden
ADD al, inbyte     ; Carry-Flag ist gesetzt, wenn das Ergebnis >= 256 ist
ADC al, 01         ; Ergebnis ist richtig, wenn die Summe 255 oder 510 ist, sonst 1 zu gross
                  ; Wenn das Ergebnis richtig ist, ist auch das Carry-Flag gesetzt
ADC al, FF        ; -1, wenn das Carry-Flag nicht gesetzt ist, sonst +-0
MOV c0, al        ; c0 abspeichern
ADD al, c1        ; c1 hinzuaddieren
ADC al, 01        ; s.o.
ADC al, FF        ; s.o.
MOV c1, al        ; c1 abspeichern
```

Der Algorithmus kann selbstverständlich noch weiter optimiert werden. Das Beispiel verwendet nur 8-Bit Operationen und ist damit für die Portierung in einen Embedded-Controller geeignet.

Mit dem oben beschriebenen Fletcher-Algorithmus werden alle OCIT-Outstations Telegramme 'gesichert'. Dadurch wird erreicht, dass die wenigsten zufällig vagabundierenden UDP-Telegramme, die von Nicht-OCIT-Software stammen, als gültige Telegramme akzeptiert werden und damit das Geschehen durcheinanderbringen. Weiterhin werden Angriffsversuche von Nichtfachleuten unwahrscheinlich gemacht.

5.7.3 Übertragungssicherung durch den SHA-1 Algorithmus

Sicherheitsrelevante Kommunikation wie z.B. neue Grundversorgungen oder Betriebsmeldungen wird zusätzlich noch durch einen SHA-1 Algorithmus gegen beabsichtigte Zugriffe gesichert. SHA-1 ist ein Prüfsummenverfahren, das jede unberechtigte Übertragung erkennt und verwirft. SHA-1 wird in anderem Zusammenhang auch zur Bildung digitaler Unterschriften eingesetzt und ist weltweit als sicher anerkannt. Der SHA-1 Algorithmus dient nicht zur Verschlüsselung, sondern nur zur Checksummenbildung (Verschlüsselungsalgorithmen bedürfen in vielen Ländern einer gesonderten Exporterlaubnis). Die Wahrscheinlichkeit, dass ein falsches Paket als richtig erkannt wird, ist kleiner als 10^{-48} .

Der SHA-1 Algorithmus ist nach aktuellem Kenntnisstand frei von Patentrechten.

(Dokumentation unter <http://csrc.nist.gov/cryptval/shs.html>)

Weiteres:

- Nach heutigem Wissensstand ist die Chance, durch Kenntnis von bisher übertragenen Paketen ein Paket zu konstruieren, gegenüber der Wahrscheinlichkeit, das OCIT-O Passwort zu erraten, vernachlässigbar.
- Es wird davon ausgegangen, dass während der Installationsphase des Gerätes kein Lauscher die Datenübertragung mit verfolgt.
- Während der normalen Datenübertragung kann der Datenaustausch mitgelesen werden.
- Es soll verhindert werden, dass gültige Datenpakete über Tage hinweg gesammelt und anschließend in das Gerät übertragen werden.
- Gesicherte Datenpakete, die länger verzögert werden, werden automatisch ungültig.
- Die eigentliche Datenübertragung erfolgt im Klartext, um Debugging zu erleichtern, und um nicht mit Kryptologieverböten bestimmter Länder zu kollidieren.
- Die Absicherung erfolgt über ein OCIT-O Passwort, welches von der Zentrale geändert werden kann. Ein Lauscher, der nicht das alte OCIT-O Passwort kennt, kann nicht das neue OCIT-O Passwort erfahren.

5.7.3.1 Bildung der Prüfsumme

Bevor die Prüfsumme gebildet wird, wird das UTC-Feld des BTPPL Datenblocks mit der aktuellen Systemzeit gefüllt.

Zur Bildung der Prüfsumme wird der SHA-1 Algorithmus über folgenden Block ausgeführt:

- OCIT-O Passwort des Absenders (kein Längenbyte, ISO8859-1 Codierung) aufgefüllt mit binär-0 auf 512 Bit. (Der Algorithmus komprimiert in 512-Bit Schritten, dadurch kann dieser erste Block vorberechnet und gespeichert werden).
- BTPPL-Datenblock beginnend mit HdrLen (einschließlich) bis UTC (LSB) (einschließlich).
- OCIT-O Passwort des Absenders (kein Längenbyte, ISO8859-1 Codierung).

Die so ermittelte Prüfsumme wird in das SHA-1 Datenfeld des BTPPL-Datenblocks geschrieben. Anschließend wird der Fletcher-Algorithmus über den gesamten BTPPL-Datenblock beginnend ab Feld HdrLen (Offset 4 bei TCP, Offset 0 bei UDP) durchgeführt.

5.7.3.2 Übertragen eines Befehls

Befehle können in drei verschiedene Sicherheitsstufen übertragen werden:

- 1.) SHA-1 bei Request und Respond (hohe Sicherheit)
- 2.) SHA-1 bei Request aber nicht bei Respond (mittlere Sicherheit)
- 3.) kein SHA-1

Mit SHA-1 gesicherte Befehle:

- Für jeden Befehl, der in der OCIT-Outstations Type-Datei als sicherheitsrelevant gespeichert wird, wird die Prüfsumme mit OCIT-O Passwort P1 erzeugt und an das Ende des Parametersatzes angefügt.
- Der Empfänger bildet für jeden sicherheitsrelevanten Befehl ebenfalls die Prüfsumme und vergleicht seine berechnete Prüfsumme mit der übertragenen Prüfsumme.
- Wenn beide Werte voneinander abweichen, wird der Befehl mit einem Fehler zurückgewiesen und eine Meldung an die Zentrale abgesetzt.
- Der Empfänger vergleicht, ob die Uhrzeit, die im Befehl mit übertragen wird, um mehr als ± 30 Minuten von der internen Uhrzeit abweicht. Wenn die Uhrzeit abweicht, wird der Befehl mit einem Fehler zurückgewiesen und ebenfalls eine Meldung an die Zentrale abgesetzt.
- Die Antwort des Befehls wird ebenfalls mit der Prüfsumme versehen und an den Sender zurückgeschickt. Als Passwort wird das gleiche OCIT-O Passwort verwendet, welches auch beim Request eingesetzt wurde.

- Die Zentrale vergleicht die Prüfsumme mit dem OCIT-O Passwort für das Gerät. Schlägt dieser Vergleich fehl wird die Rückmeldung als falsch interpretiert.
- In der Rückantwort für die falsche Uhrzeit ist die lokale Uhrzeit mit enthalten. Dieser Fall sollte eigentlich nicht auftreten, da die Geräte immer die korrekte Uhrzeit haben sollten. Um in einem solchen Fall trotzdem Befehle schicken zu können, muss der Client ein ungesichertes GetTime des Systemobjekts aufrufen und sich beim Befehl an die falsche Zeit anpassen.

5.7.3.3 Vom Sicherheitsprotokoll verwendete Returncodes

Folgende Basisreturncodes werden durch das Sicherheitsprotokoll generiert/verwendet:

Mnemo	Nummer	Beschreibung
ERR_BAD_CALLCHK		Die Funktion wurde mit einer falschen Checksumme aufgerufen. Deutet auf Hacker, Bug oder falsches OCIT-O Passwort hin.
ERR_BAD_CALLTIME		Die Uhrzeit des Aufrufs stimmt nicht auf 30 Minuten genau mit der lokalen Uhrzeit überein.
ERR_BAD_RETCHK		Wird nach der Übertragung vom Sender generiert, wenn die Prüfsumme beim Return-Telegramm nicht übereinstimmt. Deutet auf Hacker, Bug oder falsches OCIT-O Passwort hin.
ERR_BAD_RETTIME		Wird nach der Übertragung vom Sender generiert, wenn die Uhrzeit des Returnblockes nicht stimmt, der Sendeblock aber korrekte Uhrzeit hatte. In diesem Fall wurde der Befehl bereits durchgeführt, es ist aber eine Synchronisation der Uhrzeit notwendig. Wenn der Code nach der Zeitsynchronisation wieder auftritt, deutet dies auf Hacker oder Bug hin.
ERR_SYNCHRONIZE		Wird nach der Übertragung vom Sender generiert, wenn die Uhrzeit des Returnblockes nicht stimmt und der Befehl bereits vom Sendeblock her eine falsche Uhrzeit hatte. Dieser Code wird zwischen Steuergerät und Zentrale nicht verwendet. Wenn der Code nach der Zeitsynchronisation wieder auftritt, deutet dies auf Hacker oder Bug hin.

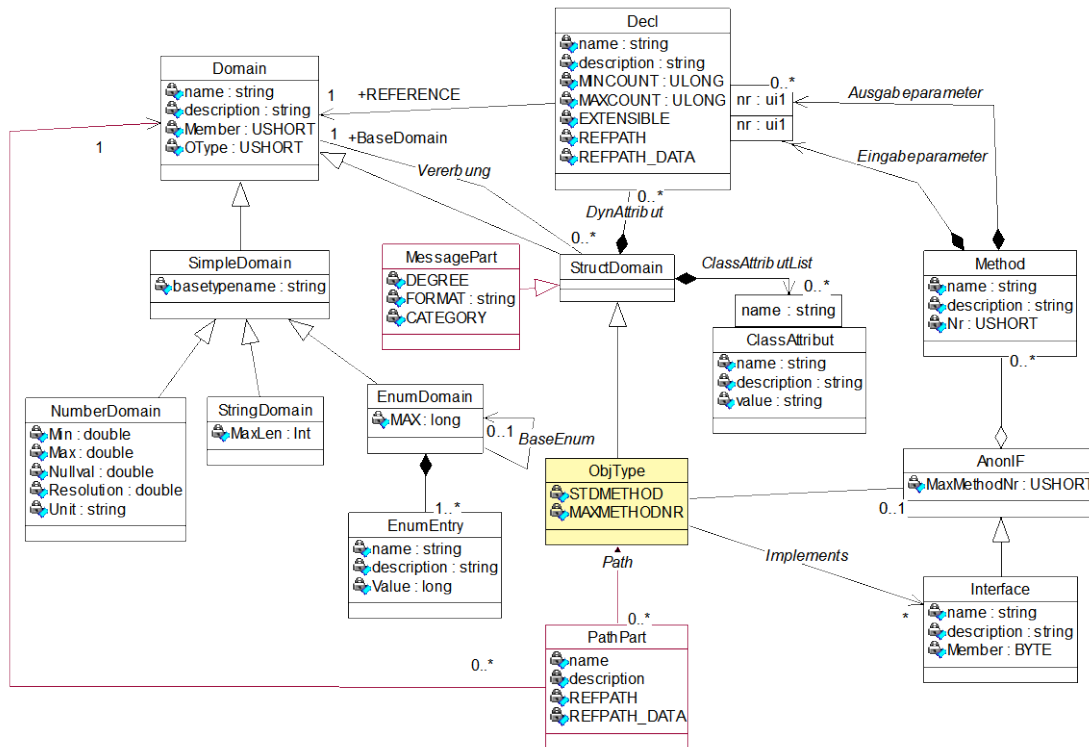
5.8 Prüfung des TCP-Kanals

Um zu prüfen, ob der Kanal noch offen ist, kann der Client oder der Server ein Testtelegramm über den TCP-Kanal schicken. Das Testtelegramm sind einfach 4 Byte Nullen in Folge. Da BTPPL an dieser Stelle die Länge eines folgenden Pakets erwartet (in diesem Fall also 0), kann das Testtelegramm einfach eingebaut werden.

6 Typisierung

6.1 Schnittstellenobjekte

Eine Idee von OCIT-Outstations ist, die Schnittstelle in formaler maschinenlesbarer Form festzulegen. Dazu dient folgendes Metamodell:



6.1.1 Grunddatentypen

In SimpleDomain.Basetypename (Entry BASETYPENAME) können folgende Grunddatentypen angegeben werden:

Grunddatentyp	Datentyp in C	Maximal gültiger Bereich	Übertragungsart	Bemerkung
BYTE	signed char	-128 ... +127	als 1 Byte übertragen (ohne alignment)	8-Bit mit Vorzeichen
UBYTE	unsigned char	0 ... 255	als 1 Byte übertragen (ohne alignment)	8-Bit ohne Vorzeichen
SHORT	signed short	-32.768 ... 32.767	als 2 Byte übertragen, High-Byte zuerst (ohne alignment)	16-Bit mit Vorzeichen
USHORT	unsigned short	0 ... 65.535	als 2 Byte übertragen, High-Byte zuerst (ohne alignment)	16-Bit ohne Vorzeichen
LONG	signed long	-2.147.483.648 ... 2.147.483.647	als 4 Byte übertragen, High-Byte zuerst (ohne alignment)	32-Bit mit Vorzeichen

Grunddatentyp	Datentyp in C	Maximal gültiger Bereich	Übertragungsart	Bemerkung
ULONG	unsigned long	0 ... 4.294.967.295	als 4 Byte übertragen, High-Byte zuerst (ohne alignment)	32-Bit ohne Vorzeichen
FLOAT	float	-1E38 ... 1E38	Codierung wie Codierung eines Einzel-Float in 4 Byte in CDR, aber ohne alignment	32-bit Fließkommazahl
DOUBLE	double	-1E308 ... 1E308	Codierung wie Codierung eines Einzel-Float in 8 Byte in CDR, aber ohne alignment	64-bit Fließkommazahl
STRING	struct { USHORT len, char str[] }	Längewort des folgenden Feldes (2 BYTE) ² , Null-terminierter ANSI String (ISO 8859-1 [Latin-1]) Steuerzeichen werden ignoriert		
BLOB	struct { ULONG sz, BYTE data[] }	Binary large object, in dem die Daten opaque übertragen werden.		

Tabelle 1: Grunddatentypen

Vererbung im Metamodell (ENTRY BASEDOMAIN in StructDomain) für:

- DynAttribut
Die dynamischen Attribute werden vererbt, d.h. eine spezialisierte Klasse hat auch alle dynamischen Attribute ihrer Basisklasse(n).
- STDMETHODS
Standardmethoden werden nicht vererbt. Grund: Die Signatur von Get, Update hängt von den dynamischen Attributen der Domain ab.
- Methoden
werden vererbt, die Methodennummern sind jedoch absolut anzugeben, dabei ist zu beachten, dass sie kleiner als die größte Standardmethodennummer (=15), größer als MAXMETHODNR der Basisklasse und kleiner als MAXMETHODNR der eigenen Klasse sein müssen.
- Path
wird mit vererbt. Wenn die Basisklasse einen Path definiert, hat auch die spezialisierte Klasse mindestens den gleichen Path. Falls die BASEDOMAIN bereits ein OBJTYPE ist, muss auch die spezialisierte Domain eine OBJTYPE Domain sein. In der OCIT-Outstations Type Datei wird der Path nicht neu angegeben.

6.1.2 Metaelement DECL

Das Element REFERENCE verweist auf einen anderen Typ (Domain) und kann somit alle zulässigen DOMAIN Typen referenzieren (NUMBERDOMAIN, STRINGDOMAIN, STRUCTDOMAIN, OBJTYPE etc.).

Die Elemente EXTENSIBLE und REFPATH bzw. REFPATH_DATA geben an, was an der Stelle dieser DECL vom referenzierten Typ übertragen wird.

² Beim String „abc“ ist die Länge 4!

REFPATH und REFPATH_DATA sind alternativ und nur bei Referenzen auf Objekt-Typen (OBJTYPE-Domains) zulässig. Wenn weder REFPATH noch REFPATH_DATA angegeben ist, werden die Daten des referenzierten Typs allein übertragen. Bei SimpleDomain ist dies das Datum des Typs selbst, bei StructDomain die ggf. vorhandenen dynamischen Attribute.

6.1.3 REFPATH

Wenn REFPATH gesetzt ist, wird eine Referenz in Form eines Pfades (daher der Name) auf das Objekt, welches in der DECL angegeben ist, übertragen. Wenn z.B. ein Verweis auf einen relativen Knoten benötigt wird, wird in der DECL das Objekt „Relativer Knoten“ angegeben und REFPATH gesetzt. Abhängig vom durch REFPATH angegebenen Wert (siehe weiter unten) wird also ein bestimmter Teil des Pfades des referenzierten Objekts übertragen. REFPATH darf nur gesetzt werden, wenn REFERENCE auf eine OBJTYPE-Domain zeigt (nur OBJTYPE-Domains haben einen PATH).

Eine leere REFPATH / REFPATH_DATA ohne Wert ist unzulässig.

Der Pfad ist weltweit eindeutig. Er beginnt mit

- Betreiber –Domain (String)
- ZNr (2 Byte)
- FNr (2 Byte)

und ist dann je nach Objekttyp unterschiedlich. Im Fall des relativen Knotens folgt noch genau ein Byte mit der relativen Knotennummer. Bei Signalgruppen folgen zwei Werte: Die relative Knotennummer und die Signalgruppennummer. Der Pfad ist somit hierarchisch aufgebaut.

Da der erste Teil des Pfades in den allermeisten Fällen redundant ist, kann bei REFPATH angegeben werden, wie viele Elemente aus dem einbettenden Objekt übernommen werden können und deshalb nicht explizit übertragen werden. Wenn also in einem Befehl an ein Signalprogramm eines Kreuzungsgerätes (der Befehl ist in das BTPPL-Telegramm eingebettet) eine Liste von AP-Werten (die in den Signalprogramm-Befehl eingebettet sind) adressiert wird, teilt sich die Referenz wie folgt auf:

- Der BTPPL-Header enthält Betreiber-Domain (implizit), ZNr und FNr
- Der Pfad des BTPPL-Headers adressiert den Signalprogramm-Befehl über relative Knotennummer und Signalprogrammnummer
- Jeder einzelne AP-Wert wird nur über den Namen adressiert.

REFPATH kann positive und negative Werte annehmen. Wenn REFPATH ≥ 0 ist, wird die Anzahl von Elementen (hierarchischen Pfadanteilen) codiert, die aus dem einbettenden Objekt übernommen werden. Der Rest der Pfadelemente des Zielobjekts wird anstelle der Referenz übertragen.

Die wichtigsten Werte sind:

- 0: Keine implizite Übernahme von Pfadanteilen, d. h. alle Pfadelemente des Zielobjekts Betreiber-Domain, ZNr, FNr sowie alle weiteren Pfadanteile werden übertragen.
- 1: Betreiber-Domain wird implizit übernommen. ZNr, FNr und der weitere Pfad des referenzierten Objektes werden übertragen.
- 3: Gerätebezogen. Betreiber, ZNr, FNr werden implizit übernommen, der weitere Pfad innerhalb des Feldgeräts wird übertragen
- 4: Bezogen auf den relativen Knoten, sofern das eingebettete Objekt überhaupt auf den relativen Knoten bezogen ist. Übertragen werden die Pfadanteile hierarchisch nach dem relativen Knoten
- 5: Objektbezogen auf das umschließende Objekt. Ein umschließendes Objekt referenziert ein in sich enthaltenes Objekt. Vom referenzierten Objekt werden alle zusätzlichen hierarchischen Pfadanteile, die nicht bereits Teil des es umschließenden Objektes sind, übertragen.

Wenn REFPATH < 0 ist, bedeutet dies: Als Referenz werden nur die folgenden n-letzten Werte übertragen. Bei -1 z.B. wird die Referenz nur durch das letzte Pfad-Element des Zielobjekts aufgebaut, bei -2 durch die beiden letzten Pfad-Elemente des Zielobjekts usw.

Wenn REFPATH nicht gesetzt ist, wird keine Referenz übertragen (also nur die Daten wie bei 6.1.2 dargestellt.).

6.1.3.1 REFPATH_DATA

REFPATH_DATA überträgt wie REFPATH den Pfad, führt aber zusätzlich am Ende des Pfades die Datenelemente mit, also die eventuell vorhandenen dynamischen Attribute. Die Nummerierung ist dieselbe wie bei REFPATH.

6.1.3.2 EXTENSIBLE

Hinweis: Funktion wurde gegenüber Vorgängerversion geändert (DataLen = 2 oder 4 Byte)!

EXTENSIBLE wird angegeben, wenn unterschiedliche Objekttypen, die von dem in der DECL angegebenen Datentyp abstammen, übertragen werden. Das Element EXTENSIBLE kann ohne Inhalt (z.B.: <EXTENSIBLE/>) oder mit der Ziffer '4' als Inhalt angegeben werden. Im ersteren Fall wird die DataLen mit 2 Bytes als USHORT, wenn der Inhalt 4 ist, wird die DataLen mit 4 Bytes als ULONG übertragen.

Bei gesetztem EXTENSIBLE werden bei gesetztem REFPATH bzw. REFPATH_DATA vor den REFPATH drei Elemente gesetzt:

- Länge der übertragenen Daten der Referenz (inkl. Member/OType) in Byte (Wertebereich 4..255)
- Member (2 Byte)
- OType (2 Byte)

es folgt der Pfad des durch Member und OType gegebenen Typs.

Bei REFPATH_DATA folgt noch:

- DataLen, Länge der folgenden Daten in Bytes als 2 oder 4 Byte codiert (siehe oben).
- Daten des durch Member, OType gegebenen Typs (bei SimpleDomain ist dies das Datum des Typs selbst, bei StructDomain die ggf. vorhandenen dynamischen Attribute).

Ist EXTENSIBLE ohne REFPATH oder REFPATH_DATA gesetzt, wird an Stelle dieser DECL folgendes übertragen:

- Member (2 Byte)
- OType (2 Byte)
- DataLen, Länge der folgenden Daten in Bytes als 2 oder 4 Byte codiert (siehe oben).
- Daten des durch Member, OType gegebenen Typs (bei SimpleDomain ist dies das Datum des Typs selbst, bei StructDomain die ggf. vorhandenen dynamischen Attribute).

6.1.3.3 MINCOUNT MAXCOUNT

Die Felder MINCOUNT und MAXCOUNT geben die Anzahl der in dieser DECL deklarierten Elemente an. Beide Felder sind optional, wenn sie fehlen gilt MINCOUNT=MAXCOUNT=1, d.h. immer genau ein Element des in REFERENCE angegebenen Typs. MAXCOUNT muss immer größer oder gleich MINCOUNT sein.

Falls MAXCOUNT größer MINCOUNT ist, handelt sich es um ein Array. In diesem Fall wird die Anzahl der tatsächlichen Elemente vorangestellt. Diese Anzahl ist ein UBYTE, falls MAXCOUNT-MINCOUNT <256, sonst ein USHORT.

PATHPART darf keine Arrays enthalten, d.h. MINCOUNT=MAXCOUNT=1.

6.1.4 Metaelement MSGPART

Das Metaelement MSGPART ist nur eine spezielle STRUCTDOMAIN, bei der drei ClassAttributes vordefiniert sind: CATEGORY, DEGREE und FORMAT. CATEGORY enthält die Meldungskategorie als Zahl, DEGREE den MeldungsDegree als Zahl und FORMAT den Formatstring.

6.1.4.1 Formatstrings

Hinweis: Funktion wurde gegenüber Vorgängerversion erweitert (Formatstring für Checksummen)!

Im Rahmen von OCIT ist es möglich, den Standard um herstellerspezifische Objekte und Methoden zu erweitern. Um diese Erweiterungen auch anderen Herstellern bei Einsatz von herstellergemischtem Systemen zugänglich zu machen, sind diese Objekte vollständig als xml-Datei (<hersteller>AddOns.xml) zu beschreiben. Hierbei ist die im OCIT-Standard vorgegebene Nomenklatur zu verwenden. Dies ist insbesondere bei den Nebenmeldungen relevant. Damit diese von der Zentrale zur Anzeige automatisch geparkt und verarbeitet werden können und eine Klartextanzeige dieser Meldungen an der Oberfläche möglich ist, muss das Format exakt eingehalten werden. Es wird lediglich ein kurzer charakteristischer Text für die Meldung hinterlegt.

Er kann einen beliebigen Text und zusätzlich Werte der Meldung enthalten. Da eine Meldung aber i.d.R. mehrere Meldungsparameter hat, die unterschiedliche Werte enthalten, muss der Wert zur Laufzeit in den Formattext eingesetzt werden. Um anzuzeigen, welcher Wert eines Meldungsparameters eingesetzt werden soll, muss im Formattext der Name des Parameters zwischen @-Zeichen stehen.

Die Namen bzw. Bezeichner der Meldungsparameter, die in einen Formatstring mit @...@ eingesetzt werden können, müssen dem sich ergebenden „Pfad“ zum darzustellenden Wert entsprechen (im folgenden bezeichnet als *ValuePath*). Im einfachsten Fall ist der *ValuePath* einfach der einfache Name des Meldungsparameters. Oft wird aber ein Wert über mehrere Objektreferenzen angesprochen, damit ergibt sich ein durch Punkt getrennter *ValuePath*. Der *ValuePath* ist beispielsweise in der html-Dokumentation des Typetool dargestellt.

Beispiel: Eine Nachricht hat den Meldungsparameter mit dem *ValuePath*

a.b.c mit dem Wert 4711

In der Grammatik muss dann der Formattext wie folgt aussehen:

```
<FORMAT>Der Wert ist @a.b.c@</FORMAT>
```

Nach Auswertung des Formatstrings wird der Formattext dann wie folgt angezeigt:

Der Wert ist 4711

Besonderheit bei Arraywerten:

Enthält eine Meldung Arraywerte, können auch diese im Formattext angezeigt werden. Wenn eine Nachricht z.B. folgenden Parameter und Werte enthält

```
x.y[0].z = 4712  
x.y[1].z = 4713
```

dann können die Werte mit dem folgenden Formattext angezeigt werden:

```
<FORMAT>Arraywerte @x.y[.].z@</FORMAT>
```

Nach Auswertung des Formatstrings werden dann alle Werte des Arrays angezeigt:

Arraywerte [4712 4713]

Für Checksummen wird folgende Darstellung verwendet:

Die erzeugten Checksummen (20 Byte) sollen aus Gründen der Lesbarkeit in 10 Gruppen je 4 Hexadezimalzeichen dargestellt werden. Beispiel: CAFE-1234-ABCD-5678-A1B2-C3D4-1A1D-1234-CAFE-ABBA

6.1.5 METHOD

Dieses Metaelement beschreibt eine Methode. Eine Methode hat eine eindeutige Nummer innerhalb des Interfaces bzw. OBJTYPES (und seiner Basisdomains), in welchem sie steht.

Eine Methode hat Eingabe- und Ausgabeparameter, welche in den Entries IN und OUT deklariert werden. BTPPL überträgt die Eingabeparameter mit einem Request, die Ausgabeparameter mit einem Respond Telegramm.

Im Entry AUTH wird angegeben ob:

- Request und Respond (AUTH=Full)
- nur der Request (AUTH=Request)
- weder Request noch Respond (AUTH=None)

mit SHA-1 Authentifizierung auszuführen ist.

Hinweis: In den OCIT-O Versionen 1.0 und 1.1 ist die Art Authentifizierung nicht bei allen Methoden wählbar. Falls der Tag AUTH in der Definition der Methoden fehlt, wird dies als AUTH=None betrachtet.

6.1.6 CLASSATTRIBUTE

Die Elemente bilden frei definierbare Attribute einer StructDomain nach dem Key/Value Prinzip. Ein CLASSATTRIBUTE besteht aus dem Tag NAME, dem Key, sowie dem Tag VALUE, dem Wert, und einer zusätzlichen beliebigen Beschreibung. Die Bedeutung ist abhängig vom konkreten Typ (Domain), d.h., ein CLASSATTRIBUTE eines MSGPART-Typ besitzt üblicherweise eine andere Bedeutung als beispielsweise das eines Auftrags (OBJTYPE). Innerhalb eines Typs (StructDomain, MSGPART oder OBJTYPE) ist ein Key eindeutig. Sie sind also für alle Objektinstanzen eines Typs bekannt und gültig. Die Attribute dienen dazu, Definitionen, die nicht durch die übliche Form des XML Metamodels in der Spezifikation zu beschreiben sind, in maschinenlesbarer Form zu hinterlegen. Der Inhalt des VALUE-Tags ist abhängig vom Key (CLASSATTRIBUTE-Typ, Tag NAME). Die Verwendung der Attribute wird im folgenden spezifiziert.

6.1.6.1 FRAME

(Key ist definiert für OBJTYPE, Auftrag): Spezifiziert den Auftragsframe, der von diesem Auftrag in einen Sekundenframe geschrieben wird. Das VALUE-Tag gibt die Referenz auf Member/Otype einer von 0:290 abzuleitenden Structdomain an, die das Frameformat beschreibt. Die referenzierte Domain beschreibt einen komplette Auftragsframe. Der Auftragsframe ist anzugeben mit <Member#>:<AuftragsFrame_Typname> (Beispiel: 0:MWAuftragFrameR09). Das Attribut kann für Aufträge verwendet werden, für die das Datenformat statisch ist, z.B. RBL-Telegramme.

6.1.6.2 FRAME_DATA

(Key ist definiert für OBJTYPE, AE): Spezifiziert die Nutzdaten, die von diesem Auftragsframe in den Auftragsframe geschrieben werden. Das VALUE-Tag gibt die Referenz auf Member/Otype einer Domain an, die das Datenformat im Auftragsframe beschreibt. Wird eine SimpleDomain referenziert, wird deren skalarer Wert in den AF geschrieben. Bei einer StructDomain werden deren dynamischen Attribute in den AF geschrieben. (Beispiel: 1:ZEITINTERVALL). Das Attribut kann für die Beschreibung des Datenformats von Aufträgen verwendet werden, bei denen sich das Auftragsframeformat dynamisch aus der Zuordnung von Auftragsframeformat zum Auftrag ergibt. Das CLASSATTRIBUTE wird somit Auftragsframeformaten zugeordnet.

6.1.6.3 CATEGORY

(Key ist definiert für MSGPART): Weist einer Meldung eine Unterkategorie zu, z.B. Hardware, Übertragungssystem, Anwenderprogramm.

6.1.6.4 DEGREE

(Key ist definiert für MSGPART): Spezifiziert den Schweregrad einer Meldung.

6.1.6.5 FORMAT

(Key ist definiert für MSGPART): Spezifiziert einen Formattext für die Präsentation der Meldung. Der Formatstring kann Parameter eines MSGPART-Elements enthalten, die innerhalb von DECL-Tags definiert sind

6.2 Datendefinitionen

Die in OCIT-Outstations verwendeten Datendefinitionen teilen sich in OCIT-Outstations-Objekte und Hersteller-Objekte auf. Zur ihrer exakten Beschreibung wird der XML-Standard verwendet, der von namhaften Softwareherstellern (Microsoft, Oracle, ...), aber auch in der Free-Software-Szene (Linux) unterstützt wird. Weiterführende Dokumentationen sind z.B. unter <http://www.w3c.org/xml> zu finden.

6.2.1 OCIT-Outstation-DTD-Datei

Die Datei `OCIT-O-DTD_Vx.x.dtd` beschreibt die Struktur aller im Definitionsbereich von OCIT-Outstations verwendeter TYPE-Dateien. Siehe auch Pkt. 6.2.3.

6.2.2 OCIT-Outstations-Objekte-TYPE-Dateien

Die OCIT-Outstations-Objekte sind mittels TYPE-Dateien beschrieben:

- Die Datei `OCIT-O-Basis-TYPE_Vx.x.xml` enthält die Basisdefinitionen
- Die Datei `OCIT-O-Feldgeräte-TYPE_Vx.x.xml` enthält die Definitionen für bestimmte Arten von Feldgeräten.

6.2.3 Aufbau der TYPE-Dateien

Alle Type-Dateien sind wie folgt aufgebaut. Das Haupt-Tag ist OCT (`OCIT TYPE`).

```
<!ELEMENT NAME (#PCDATA)>
<!ELEMENT DESCRIPTION (#PCDATA)>
<!ELEMENT MIN (#PCDATA)>
<!ELEMENT MAX (#PCDATA)>
<!ELEMENT VALUE (#PCDATA)>
<!ELEMENT MEMBER (#PCDATA)>
<!ELEMENT OTYPE (#PCDATA)>
<!ELEMENT NO_TCP (#PCDATA)>
<!ELEMENT BASETYPENAME (#PCDATA)>

<!ELEMENT DOMAIN (NAME, DESCRIPTION, MEMBER, OTYPE)>

<!ELEMENT CLASSATTRIBUTE (NAME, DESCRIPTION, VALUE)>
<!ELEMENT REFERENCE (MEMBER, NAME)>
<!ELEMENT BASEDOMAIN (MEMBER, NAME)>
<!ELEMENT MINCOUNT (#PCDATA)>
<!ELEMENT MAXCOUNT (#PCDATA)>
<!ELEMENT REFPATH (#PCDATA)>
<!ELEMENT REFPATH_DATA (#PCDATA)>
<!ELEMENT EXTENSIBLE (#PCDATA)>
<!ELEMENT DECL (NAME, DESCRIPTION, REFERENCE, (MINCOUNT?, MAXCOUNT)?, (REFPATH|REFPATH_DATA)?,
EXTENSIBLE?)>
<!ELEMENT STRUCTDOMAIN (NAME, DESCRIPTION, MEMBER, OTYPE, BASEDOMAIN?, DECL*,
CLASSATTRIBUTE*)>
<!ELEMENT DEGREE (#PCDATA)>
<!ELEMENT CATEGORY (#PCDATA)>
<!ELEMENT FORMAT (#PCDATA)>
<!ELEMENT MESSAGEPART (NAME, DESCRIPTION, MEMBER, OTYPE, BASEDOMAIN?, DECL*, CLASSATTRIBUTE*,
CATEGORY, DEGREE, FORMAT)>

<!ELEMENT NULLVAL (#PCDATA)>
<!ELEMENT RESOLUTION (#PCDATA)>
<!ELEMENT UNIT (#PCDATA)>
<!ELEMENT NUMBERDOMAIN (NAME, DESCRIPTION, MEMBER, OTYPE, BASETYPENAME, MIN?, MAX?, NULLVAL?,
RESOLUTION?, UNIT?)>

<!ELEMENT MAXLEN (#PCDATA)>
<!ELEMENT STRINGDOMAIN (NAME, DESCRIPTION, MEMBER, OTYPE, BASETYPENAME, MAXLEN)>

<!ELEMENT ENUMENTRY (NAME, DESCRIPTION, VALUE)>
<!ELEMENT BASEENUM (MEMBER, NAME)>
<!ELEMENT ENUMDOMAIN (NAME, DESCRIPTION, MEMBER, OTYPE, BASETYPENAME, MAX, BASEENUM?,
ENUMENTRY*)>

<!ELEMENT IN (DECL+)>
<!ELEMENT OUT (DECL+)>
<!ELEMENT AUTH (#PCDATA)>
```



```

<!ELEMENT NR (#PCDATA)>
<!ELEMENT MAXMETHODNR (#PCDATA)>
<!ELEMENT METHOD (NAME, DESCRIPTION, NR, AUTH?, IN?, OUT?)>
<!ELEMENT INTERFACE (NAME, DESCRIPTION, MEMBER, MAXMETHODNR, METHOD*)>

<!ELEMENT PATHPART (NAME, DESCRIPTION, REFERENCE, (REFPATH|REFPATH_DATA)?, EXTENSIBLE?)>

<!ELEMENT METHODNR_OFFSET (#PCDATA)>
<!ELEMENT STDMETHOD (#PCDATA)>
<!ELEMENT IMPLEMENTS (NAME, MEMBER, METHODNR_OFFSET)>
<!ELEMENT OBJTYPE (NAME, DESCRIPTION, MEMBER, OTYPE, BASEDOMAIN?, DECL*, CLASSATTRIBUTE*, PATHPART*, STDMETHOD*, (MAXMETHODNR, METHOD*)?, IMPLEMENTS*)>

<!ELEMENT MANUFACTURER (#PCDATA)>
<!ELEMENT DEVICETYPE (#PCDATA)>
<!ELEMENT VERSION (#PCDATA)>
<!ELEMENT SUBVERSION (#PCDATA)>
<!ELEMENT OCT (MANUFACTURER, DEVICETYPE, VERSION, SUBVERSION, NO_TCP?, (DOMAIN | NUMBERDOMAIN | STRINGDOMAIN | ENUMDOMAIN | STRUCTDOMAIN | MSGPART | INTERFACE | OBJTYPE)*)>
<!ELEMENT OCIT_TYPE_DATEI (OCT+)>

```

Die Bedeutung der einzelnen Elemente soll im Folgenden an einem Beispiel erläutert werden. Das Beispiel hat keinerlei Beziehung zu den realen OCIT-Outstations Strukturen, es dient nur zur Veranschaulichung der Struktur der OCIT-Outstations Type-Datei. Der Kommentar steht jeweils hinter der Zeile. Um die Beschreibung nicht zu lang zu gestalten, werden für das Verständnis irrelevante Teile, d.h. alle Sachen, die sich wiederholen, mit [. . .] herausgekürzt.

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
In dieser Zeile wird nur angegeben, dass es sich um eine XML 1.0 Datei , im Zeichensatz ISO-8859-1 codiert handelt. Die Zeile ist für alle Versorgungsfest
<!DOCTYPE OCIT_TYPE_DATEI SYSTEM "ocit.dtd">
Verweis auf die verwendeten Strukturinformationen. Fehlt der Eintrag, werden beliebige XML-Dateien akzeptiert
<OCIT_TYPE_DATEI>
<OCT>
Eigentlicher Beginn der OCIT-Type-Datei
  <MANUFACTURER>Ampelpower Ltd.</MANUFACTURER>
  Hersteller des Kreuzungsgerätes. Der Hersteller im Beispiel ist fiktiv, wie die ganze Versorgungsdatei.
  <DEVICETYPE>Standarddampel</DEVICETYPE>
  Typ des Kreuzungsgerätes
  <VERSION>1</VERSION>
  zugehörige OCIT-Version
  <SUBVERSION>15</SUBVERSION>
  Herstellerspezifische Nummerierung
  <NUMBERDOMAIN>
    numerischer Datentyp, der später eingesetzt wird. Integer- und Fließkommatypen werden mit NUMBERDOMAIN spezifiziert.
    wenn nur die einzelnen Werte eine Bedeutung haben, steht anstelle von INTDOMAIN eine ENUMDOMAIN (s.u.)
    <NAME>ZEITSTEMPEL UTC</NAME>
    Name des Datentyps. Namen sind wie Bezeichner in C aufgebaut. D.h. sie dürfen im speziellen keine Blank und Punkte beinhalten.
    <DESCRIPTION>Universal Time Coordinated</DESCRIPTION>
    Beschreibung des Datentyps
    <MEMBER>0</MEMBER>
    Nummer des Herstellers innerhalb der ODG, der das Access-Objekt definiert hat. Die Herstellernummern werden von der ODG vergeben. Objekte, die im Standard definiert sind, haben im Member-Feld den Eintrag 0
    <OTYPE>48</OTYPE>
    <BASETYPPENAME>ULONG</BASETYPPENAME>
    Basistyp der Domain. Es sind die Basistypen BYTE, SHORT, LONG, UBYTE, USHORT, ULONG, FLOAT, DOUBLE, STRING, WSTRING, BLOB erlaubt, siehe Tabelle 1: Grunddatentypen.
    <MIN>1</MIN>
    Kleinste erlaubte Zahl des Typs
    <MAX>0xffffffff</MAX>
    Größte erlaubte Zahl des Typs. Für Nicht-C-Programmierer: 0xF bedeutet die Zahl „F“ im Hexadezimalformat, also 15.
    <NULLVAL>0</NULLVAL>
    Wert, der - sofern gesetzt - die Bedeutung hat, dass eine Variable mit diesem Wert als Inhalt nicht gesetzt ist.
  </NUMBERDOMAIN>
  <ENUMDOMAIN>
    Für die Aufzählung von Werten mit Bedeutung (z.B. für enum's)
    <NAME>RetCode</NAME>
    <DESCRIPTION>Allgemeiner Rückgabewert von Methoden</DESCRIPTION>
    <MEMBER>0</MEMBER>
    <OTYPE>66</OTYPE>

```

<BASETYPE>USHORT</BASETYPE>

<MAX>999</MAX>

Maximaler Wert des ENUM-Bereiches

Es ist möglich, dass bestimmte Aufzählungen mehrfach verwendet werden. Hierzu gibt es den optionalen Eintrag **BASEENUMDOMAIN**, der genau an dieser Stelle stehen würde. Der Eintrag enthält einen Verweis auf einen bereits deklarierten **TYPE**, der ebenfalls ein **ENUMDOMAIN** ist. Wenn ein **BASEENUMDOMAIN** gesetzt ist, werden alle Einträge dieses **ENUMS** übernommen und alle neuen Werte müssen größer als der **MAX**-Wert des **BASEENUMDOMAINS** sein. Wenn ein **BASEENUMDOMAIN** vorhanden ist, kann sogar auf **MAX** und weitere **ENTRY**-Einträge verzichtet werden.

<ENUMENTRY>

Ein Eintrag für den ENUM-Bereich

<NAME>OK</NAME>

Bezeichnung des Eintrags

<DESCRIPTION>Methode erfolgreich ausgeführt</DESCRIPTION>

<VALUE>0</VALUE>

Der eigentliche Wert. Er muss kleiner als **MAX** sein.

</ENUMENTRY>

<ENUMENTRY>

Der nächste Eintrag für den ENUM-Bereich. Es sind 'beliebig' viele Einträge möglich.

<NAME>ERROR</NAME>

<DESCRIPTION>allgemeiner Fehler</DESCRIPTION>

<VALUE>1</VALUE>

</ENUMENTRY>

[. . .]

</ENUMDOMAIN>

[. . .]

<STRUCTDOMAIN>

Zusätzlich zu den Domain-Datentypen gibt es Struktur-Datentypen, die den bekannten struct's oder records in PASCAL entsprechen. Jedes Element einer Struktur ist dann in einem DECL-Feld (s.u.) abgespeichert. Eindimensionale Arrays sind möglich. Auf mehrdimensionale Array wird verzichtet, da diese immer als Array von einer Struktur, die wieder ein Array ist, deklariert werden können und diese (etwas längere) Definition, den Vorteil hat, verständlich zu sein, was den Aufbau des Telegramms angeht.

<NAME>ZEITINTERVALL</NAME>

<DESCRIPTION>gibt ein absolutes Zeitintervall an</DESCRIPTION>

<MEMBER>0</MEMBER>

<OTYPE>63</OTYPE>

<DECL>

<NAME>StartZeit</NAME>

<DESCRIPTION>Anfangszeitpunkt des Intervalls</DESCRIPTION>

<REFERENCE>

Eine **REFERENCE** ist ein besonderer Eintrag, der nur auf **DOMAIN** Definitionen verweisen kann. Ads sind **DOMAIN**, **NUMBERDOMAIN**, **ENUMDOMAIN**, **STRINGDOMAIN**, **STRUCTDOMAIN**, **OBJTYPE**. Die folgenden Felder besagen, dass eine Domaindefinition mit dem Namen **ZEITSTEMPEL.UTC** vom Odgmember 0 (=ODG) referenziert wird.

<MEMBER>0</MEMBER>

<NAME>ZEITSTEMPEL.UTC</NAME>

</REFERENCE>

</DECL>

<DECL>

<NAME>EndZeit</NAME>

<DESCRIPTION>Endzeitpunkt des Intervalls</DESCRIPTION>

<REFERENCE>

<MEMBER>0</MEMBER>

<NAME>ZEITSTEMPEL.UTC</NAME>

</REFERENCE>

</DECL>

</STRUCTDOMAIN>

<INTERFACE>

Ein Interface ist eine Sammlung von Methoden, die von mehreren Objekttypen genutzt werden. In einem Interface werden Methoden und ihre Parametrisierungen zusammengefasst. Die Referenzierung des Interfaces erfolgt durch die Kombination von **MEMBER** und **Name**. **MEMBER** ist eine Nummer der Firma, die das Interface designt hat. Die Liste aller **ODGMember** sind in Dokument 1 angegeben.

<NAME>ArchivLesen</NAME>

Name des Interfaces, muss zusammen mit **MEMBER** eindeutig sein.

<DESCRIPTION>Dieses Interface dient dazu Archive in F von Z auszulesen</DESCRIPTION>

Erläuterung zum Namen

<MEMBER>0</MEMBER>

<MAXMETHODNR>8</MAXMETHODNR>

Gibt die größte reservierte Methodennummer dieses Interfaces an. Wenn ein **OBJTYPE** ein Interface implementiert, müssen alle Methoden aller von diesem **OBJTYPE** implementierten Methoden durchnummeriert werden. Falls dieses Interface erweitert wird und noch freie Methodennummern verfügbar sind, so bleiben die restlichen Methodennummern alle gleich.

<METHOD>

Funktionalität, die das Interface anbietet. Es gibt in **OCIT** keine Prozeduren oder Funktionen, sondern nur Methoden. Eine Methode ist wie hier einem Interface zugeordnet oder direkt einem Objekt.

<NAME>GetAeltestes</NAME>

Name der Methode

<DESCRIPTION>Ältestes Archivelement und dessen Position aus Archiv lesen</DESCRIPTION>

Erläuterung zum Namen

<NR>1</NR>

NR der Methode. Als Nr ist der Zahlenbereich von 1..MAXMETHODNR zugelassen, bei Methoden, die direkt am Objekt gespeichert sind, nur der Bereich von 16..64535.

<AUTH>NO</AUTH>

Der Eintrag AUTH kann folgende Werte annehmen:

None keine Sicherung der Parameter mit SHA-1 Checksumme

Request Nur die Eingabeparameter werden mit SHA-1 Checksumme gesichert.

Full Die Ein- und Ausgabeparameter werden mit SHA-1 Checksumme gesichert.

Fehlt der Eintrag, werden die Ein- und Ausgabeparameter gesichert.

<OUT>

Bereich der Ausgabeparameter. Eingabeparameter werden auf die praktisch gleiche Art definiert (<IN>) und müssen vor den Ausgabeparametern definiert werden. Bei Eingabeparametern fehlt der ENUMDOMAIN-Eintrag. Wenn der OUT-Parameter fehlt, wird die Methode nicht mit einem Request/Reply beantwortet, sondern mit einer Message. Es kann daher bei Methoden ohne Ausgabeparameter nicht sichergestellt werden, dass der Aufruf durchgekommen ist. Dafür ist der Aufruf sehr schnell (z.B. für Visualisierungsdaten etc.)

<DECL>

Der erste OUT-Parameter ist für den Ergebniswert des Methodenaufrufs. Der referenzierte Datentyp muss entweder RetCode oder eine Spezialisierung dessen sein. In diesem Wert werden auch eventuelle Fehler der unterlagerten Protokollschichten zurückgegeben.

<NAME>ret</NAME>

<DESCRIPTION>OK, KEIN_ELEMENT, Fehler</DESCRIPTION>

<REFERENCE>

<MEMBER>0</MEMBER>

<NAME>RetCode</NAME>

</REFERENCE>

</DECL>

<DECL>

Zusätzliche Ausgabeparameter werden durch DECL-Anweisungen wie Strukturelemente im Type deklariert.

<NAME>PosNr</NAME>

<DESCRIPTION>Positionsnummer des gelieferten Elements</DESCRIPTION>

<REFERENCE>

<MEMBER>0</MEMBER>

<NAME>ARCHIVPOSNR</NAME>

</REFERENCE>

</DECL>

<DECL>

<NAME>Element</NAME>

<DESCRIPTION>Ältestes Element</DESCRIPTION>

<REFERENCE>

<MEMBER>0</MEMBER>

<NAME>ARCHIV_ELEMENT</NAME>

</REFERENCE>

<ENCODETYPE>IdData</ENCODETYPE>

ENCODETYPE gibt die Art an, wie die dynamischen Daten vom referenzierten Typ (ARCHIV_ELEMENT) übertragen werden. IdData gibt an, dass die ID und die Daten übertragen werden. Dies ist dann von Vorteil, falls verschiedene Spezialisierungen (spezielle Archivelemente) übertragen werden. Die ID besteht aus MEMBER und OTYPE des Typs der übertragenen Daten. Fehlt dieses Feld so ist das Äquivalent zu Data, d.h. nur die Daten werden übertragen.

</DECL>

</OUT>

</METHOD>

<METHOD>

[. . .]

</METHOD>

<METHOD>

<NAME>GetElementeSeit</NAME>

<DESCRIPTION>Elemente ab übergebener Zeit</DESCRIPTION>

<NR>3</NR>

<NOAUTHENTICATION/>

Wenn dieser Eintrag gesetzt wird, werden die Eingabe und die Rückgabeparameter der Methode nicht mit der SHA-1 Checksumme gesichert. Fehlt der Eintrag, werden die Parameter gesichert.

<IN>

Bereich der Eingabeparameter. Eingabeparameter werden auf die praktisch gleiche Art wie Ausgabeparameter definiert

<DECL>

<NAME>Zeit</NAME>

<DESCRIPTION>Zeitpunkt ab welchem Elemente gelesen werden</DESCRIPTION>

<REFERENCE>

<MEMBER>0</MEMBER>

<NAME>ZEITSTEMPEL_UTC</NAME>

</REFERENCE>

</DECL>

[. . .]

</IN>

<OUT>

[. . .]

```

    <DECL>
      <NAME>Elemente</NAME>
      <DESCRIPTION>Gelesene Elemente. Können von unterschiedlichen, von
ARCHIV_ELEMENT abgeleiteten Typen sein.</DESCRIPTION>
      <REFERENCE>
        <MEMBER>0</MEMBER>
        <NAME>ARCHIV_ELEMENT</NAME>
      </REFERENCE>
      <MAXCOUNT>1024</MAXCOUNT>
      <ENCODETYPE>IdData</ENCODETYPE>
      Hier wird ein Array mit variablen Typen übertragen, d.h. zuerst wird die tatsächliche Anzahl Elemente als UWORD
      und dann entsprechend viele Elemente jeweils mit ID (bestehend aus MEMBER und OTYPE) und Data übertragen.
    </DECL>
  </OUT>
</METHOD>
</INTERFACE>
<OBJTYPE>
  Der eigentliche Objekttyp ist als OBJTYPE deklariert. Er besteht aus mehreren Elementen: Im TYPE wird die Struktur der Daten festge-
  legt, die mit Hilfe von Get gelesen und von Update geschrieben werden kann. Get und Update sind Systemmethoden, die nicht immer
  neu deklariert zu werden brauchen, weil sie hardcodiert sind. Mit INTERFACENAME werden Interfaces aufgeführt, die von dem Objekt
  unterstützt werden. Die Interfaces sind bereits oben deklariert. In STDMETHOD wird angegeben, welche Standardfunktionen (Create,
  Delete, Get, Update) unterstützt werden. In Method schließlich werden Methoden definiert, die nur für diesen Objekttyp einzeln gelten
  und für keinen anderen Objekttyp. Das System kennt nur public einfach-Vererbung. Wenn mehrere Objekttypen die gleichen Methoden
  unterstützen sollen, sollte ein Interface deklariert werden.
  <NAME>StoerungsFehlerArchiv</NAME>
  <DESCRIPTION>Archiv fuer Stoerungs- und Fehlermeldungen</DESCRIPTION>
  <MEMBER>0</MEMBER>
  <OTYPE>299</OTYPE>
  Nummer des Objekttyps (1..65535).
  kein Eintrag BASEDOMAIN, d.h. StoerungsFehlerArchiv ist keine Spezialisierung einer anderen DOMAIN .
  keine DECL Einträge, d.h. Keine eigenen (public) Daten.
  keine CLASSATTRIBUTES
  kein PATH, d.h. pro Feldgerät kann es nur eine Instanz mit MEMBER=0, OTYPE=299 geben.
  Keine STDMETHODS, wenn keine eigenen Daten definiert werden, sind auch die Standardmethoden nicht sinnvoll.
  <MAXMETHODNR>30</MAXMETHODNR>
  größte mögliche Methodennummer
  <IMPLEMENTS>
  Dieses Objekt implementiert das im Folgenden referenzierte Interface. Alle im Interface angegebenen Methoden sind für dieses Ob-
  jekt verfügbar, sie müssen also implementiert werden.
  <NAME>ArchivLesen</NAME>
  Name des Interfaces, dessen Methoden das Objekt unterstützt.
  <MEMBER>0</MEMBER>
  <METHODNR_OFFSET>15</METHODNR_OFFSET>
  Die in BTPPL übertragenen Methodennummern berechnen sich aus der im Interface genannten Nummer+15, GetElementeSeit
  hat also die Methodennummer 18.
  </IMPLEMENTS>
</OBJTYPE>
<OBJTYPE>
  <NAME>ZSignalProgramm</NAME>
  <DESCRIPTION>von der Zentrale eingestellter Signalprogrammschaltwunsch</DESCRIPTION>
  <MEMBER>0</MEMBER>
  <OTYPE>222</OTYPE>
  <DECL>
    <NAME>Aktuell</NAME>
    <DESCRIPTION>aktueller oder zuletzt eingestellter Zentralenschaltwunsch</DESCRIPTION>
    <REFERENCE>
      <MEMBER>0</MEMBER>
      <NAME>ZSO_SIGNALPROGRAMM</NAME>
    </REFERENCE>
  </DECL>
  <DECL>
    <NAME>Next</NAME>
    <DESCRIPTION>zeitlich nächster Zentralenschaltwunsch</DESCRIPTION>
    <REFERENCE>
      <MEMBER>0</MEMBER>
      <NAME>ZSO_SIGNALPROGRAMM</NAME>
    </REFERENCE>
  </DECL>
  <PATHPART>
  Objekte, die mehrfach in einem Feldgerät vorhanden sind, werden über einen Pfad eindeutig referenziert. Dieser Pfad ist hier an-
  gegeben.
  <NAME>RelKnotenNr</NAME>
  <DESCRIPTION>Pfadparameter ist relative Knotennummer. Damit sind mehrere
Knotensteuerungen innerhalb eines Feldgerätes möglich.</DESCRIPTION>
  <REFERENCE>
    <MEMBER>0</MEMBER>
    <NAME>OBJECT_ID_UBYTE</NAME>

```

```

</REFERENCE>

</PATHPART>
<STDMETHOD>Get</STDMETHOD>
Die Variablen des Objekttyps können gelesen werden, allerdings nur alle gemeinsam. Um Variablen auch getrennt bearbeiten zu
können, muss das Objekt aus weiteren Objekttypen bestehen. Wenn die Objekttypen direkt integriert sind, ist es möglich, das gesamte
Objekt zu lesen, bei einem Verweis über Referenz kommt nur die jeweilige Referenz zurück.
<MAXMETHODNR>32</MAXMETHODNR>
<METHOD>
  <NAME>Schalte</NAME>
  <DESCRIPTION>Nächsten Signalprogrammschaltwunsch der Zentrale entgegennehmen
</DESCRIPTION>
  <NR>16</NR>
  <IN>
    <DECL>
      <NAME>Schaltauftrag</NAME>
      <DESCRIPTION>von Zentrale übergebener Schaltauftrag</DESCRIPTION>
      <REFERENCE>
        <MEMBER>0</MEMBER>
        <NAME>ZSO_SIGNALPROGRAMM</NAME>
      </REFERENCE>
    </DECL>
  </IN>
  <OUT>
    <DECL>
      <NAME>ret</NAME>
      <DESCRIPTION>OK, PARAM_INVALID, INTERVALL_INVALID</DESCRIPTION>
      <REFERENCE>
        <MEMBER>0</MEMBER>
        <NAME>RetCode</NAME>
      </REFERENCE>
    </DECL>
  </OUT>
</METHOD>
</OBJTYPE>
[ . . . ]
</OCT>
</OCIT_TYPE_DATEI>

```

6.3 Standard-Interfaces

Im Protokoll sind zwei Bereiche fest definiert: Das Systeminterface und das Systemobjekt. Das Systeminterface besteht aus den Methoden 0..15, welche für jedes Objekt unterschiedliche Funktionen beinhalten.

Das Systemobjekt ist das Objekt 0 des Members ODG. Der Subtype ist immer 0. Es enthält lediglich die Funktionen zum Setzen und Lesen des OCIT-O Passworts. Diese Funktionen sind nicht in einem Interface zusammengefasst, sondern im Interface 0 als spezielle Funktionen ausgewiesen.

6.3.1 Systeminterface

Das Systeminterface hat folgende Funktionen:

Nr.	Name	Input	Output
0	Get	./.	status +THISTYPE
1	Update	THISTYPE	Status
2	Create	THISTYPE	Status

Nr.	Name	Input	Output
3	Delete	./.	Status + Referenzliste
4..15	(reserviert)		

Um eine Standardmethode zu verwenden, ist im Element OBJTYPE.STDMETHOD der oben angegebene Name einzutragen. Dabei ist THISTYPE die Datenstruktur des Objekts selbst inkl. der Datenstrukturen aller Unterobjekte. Referenzen werden nicht mit ihren Inhalten aufgelöst, sondern mit einer REFPATH-Struktur.³

Der Status ist der Standard-Status (RetCode) der Operation (s.u.).

Im einzelnen funktionieren die Funktionen wie folgt:

6.3.1.1 Get

Get erhält keine Eingabeparameter und hat (neben dem Funktionsstatus) nur einen Ausgabe-parameter. Der Ausgabe-parameter unterscheidet sich je nach Objekttyp und hat genau die Struktur, die über die DECL Einträge der DynAttribut Liste (und der aller BaseDomains) des OBJTYP angegeben ist.

Referenzen sind DECL Einträge, die einen REFPATH Eintrag enthalten.

Die Methode Get wird ohne SHA-1 Authentifizierung abgewickelt.

6.3.1.2 Update

Update setzt den Wert eines Feldes neu. Als Eingabeparameter wird Update genau dieselbe Struktur übergeben, die vorher mit Get geliefert wurde. Es können auch Referenzen mit dieser Funktion gesetzt werden. Eine Garbage-Collection findet nicht statt, weil Objekte jederzeit direkt referenziert werden können.

Die Methode Update wird mit SHA-1 Authentifizierung abgewickelt.

6.3.1.3 Create

Mit „Create“ werden neue Objekte angelegt. Create funktioniert wie Update. Die neuen Objekte werden vom Kreuzungsgerät automatisch korrekt hinzugefügt. Create erhält als Eingabe genau die gleichen Werte wie ein Update, nur existierte das Objekt vorher noch nicht.

Die Methode Create wird mit SHA-1 Authentifizierung abgewickelt.

³ Hinweis: Durch diese Technik ist es einfach, einen Browser aufzubauen. Alle komplexeren Objekte, die sich getrennt behandeln lassen, werden nur über Referenzen verwiesen, so dass z. B. beim Auslesen eines Feldgerätes die Basisinformationen (Name, Nr, ...) direkt übertragen werden, während die komplexeren Elemente wie Signalprogramme als Referenzen abgelegt sind und nur ihr Name angezeigt werden muss. Erst wenn der Benutzer das jeweilige Element auswählt, wird das Objekt auch wirklich geladen.

6.3.1.4 Delete

Mit Delete werden Objekte gelöscht. Die Funktion lässt ein Löschen nur zu, wenn kein Objekt mehr auf das Element verweist. Ansonsten wird eine Liste von Objekten zurückgegeben, die aus Referenzen auf Objekte besteht, die auf den Löschkandidat noch verweisen. Die Referenzen werden als EXTENSIBLE REFPATH gespeichert. Die Methode Delete wird mit SHA-1 Authentifizierung abgewickelt

7 Beispiel für Abbildung der XML in Telegramme

7.1 Typen, XML Beschreibung

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE OCT SYSTEM "ocit.dtd">
<OCIT_TYPE_DATEI>
<OCT>
  <MANUFACTURER>odg</MANUFACTURER>
  <DEVICETYPE>Beispiel</DEVICETYPE>
  <VERSION>1</VERSION>
  <SUBVERSION>1</SUBVERSION>
  <NUMBERDOMAIN>
    <NAME>ZEITSTEMPEL.UTC</NAME>
    <DESCRIPTION>Universal Time Coordinated</DESCRIPTION>
    <MEMBER>0</MEMBER>
    <OTYPE>48</OTYPE>
    <BASETYPENAME>ULONG</BASETYPENAME>
    <MIN>1</MIN>
    <MAX>0xffffffff</MAX>
    <NULLVAL>0</NULLVAL>
    <RESOLUTION>1</RESOLUTION>
    <UNIT>Sekunden</UNIT>
  </NUMBERDOMAIN>
  <NUMBERDOMAIN>
    <NAME>OBJECT_ID_UBYTE</NAME>
    <DESCRIPTION>Identifikation eines Objektes</DESCRIPTION>
    <MEMBER>0</MEMBER>
    <OTYPE>49</OTYPE>
    <BASETYPENAME>UBYTE</BASETYPENAME>
    <MIN>0</MIN>
    <MAX>0xfe</MAX>
    <NULLVAL>0xff</NULLVAL>
    <RESOLUTION>1</RESOLUTION>
    <UNIT/>
  </NUMBERDOMAIN>
  <STRINGDOMAIN>
    <NAME>OBJECT_NAME</NAME>
    <DESCRIPTION>Bezeichnung eines Objektes</DESCRIPTION>
    <MEMBER>0</MEMBER>
    <OTYPE>52</OTYPE>
    <BASETYPENAME>STRING</BASETYPENAME>
    <MAXLEN>255</MAXLEN>
  </STRINGDOMAIN>
  <ENUMDOMAIN>
    <NAME>RetCode</NAME>
    <DESCRIPTION>Allgemeiner Rückgabewert von Methoden</DESCRIPTION>
    <MEMBER>0</MEMBER>
    <OTYPE>66</OTYPE>
    <BASETYPENAME>USHORT</BASETYPENAME>
    <MAX>999</MAX>
    <ENUMENTRY>
      <NAME>OK</NAME>
      <DESCRIPTION>Methode erfolgreich ausgeführt</DESCRIPTION>
      <VALUE>0</VALUE>
    </ENUMENTRY>
    <ENUMENTRY>
      <NAME>ERROR</NAME>
      <DESCRIPTION>allgemeiner Fehler</DESCRIPTION>
      <VALUE>1</VALUE>
    </ENUMENTRY>
    <ENUMENTRY>
      <NAME>ERR_BAD_CALLCHK</NAME>
      <DESCRIPTION>BTPPL: Die Methode wurde mit einer falschen Checksumme
aufgerufen.</DESCRIPTION>
      <VALUE>2</VALUE>
    </ENUMENTRY>
    <ENUMENTRY>
      <NAME>ERR_BAD_CALLTIME</NAME>
      <DESCRIPTION>BTPPL: Die Uhrzeit des Aufrufs stimmt nicht auf 30 Minuten genau mit der
lokalen Uhrzeit überein.</DESCRIPTION>
      <VALUE>3</VALUE>
    </ENUMENTRY>
  </ENUMDOMAIN>

```



```

<ENUMENTRY>
  <NAME>ERR_BAD_RETCHK</NAME>
  <DESCRIPTION>BTPPL: Wird nach der Übertragung vom Sender generiert, wenn die
Prüfsumme beim Return-Telegramm nicht übereinstimmt.</DESCRIPTION>
  <VALUE>4</VALUE>
</ENUMENTRY>
<ENUMENTRY>
  <NAME>ERR_BAD_RETTIME</NAME>
  <DESCRIPTION>BTPPL: Wird nach der Übertragung vom Sender generiert, wenn die Uhrzeit
des Returnblockes nicht stimmt, der Sendeblock aber korrekte Uhrzeit hatte. In diesem Fall
wurde der Befehl bereits durchgeführt, es ist aber eine Synchronisation der Uhrzeit not-
wendig. Wenn der Code nach der Zeitsynchronisation wieder auftritt, deutet dies auf Hacker
oder Bug hin.</DESCRIPTION>
  <VALUE>5</VALUE>
</ENUMENTRY>
<ENUMENTRY>
  <NAME>ERR_SYNCHRONIZE</NAME>
  <DESCRIPTION>BTPPL: Wird nach der Übertragung vom Sender generiert, wenn die Uhrzeit
des Returnblockes nicht stimmt und der Befehl bereits vom Sendeblock her eine falsche Uhrzeit
hatte. Dieser Code wird zwischen Steuergerät und Zentrale nicht verwendet.</DESCRIPTION>
  <VALUE>6</VALUE>
</ENUMENTRY>
<ENUMENTRY>
  <NAME>ERR_TYPE</NAME>
  <DESCRIPTION>BTPPL: Typ, bestehend aus ODG-MemberId und OType ist nicht
bekannt/implementiert.</DESCRIPTION>
  <VALUE>7</VALUE>
</ENUMENTRY>
<ENUMENTRY>
  <NAME>ERR_METHOD</NAME>
  <DESCRIPTION>BTPPL: angegebene Methodenummer ist nicht
bekannt/implementiert.</DESCRIPTION>
  <VALUE>8</VALUE>
</ENUMENTRY>
<ENUMENTRY>
  <NAME>ERR_PATH_LEN</NAME>
  <DESCRIPTION>unerwartete Pfadlänge</DESCRIPTION>
  <VALUE>16</VALUE>
</ENUMENTRY>
<ENUMENTRY>
  <NAME>ERR_PATH_VAL</NAME>
  <DESCRIPTION>Keine Instanz zu angegebenem Pfad (Wert) gefunden</DESCRIPTION>
  <VALUE>17</VALUE>
</ENUMENTRY>
<ENUMENTRY>
  <NAME>PARAM_INVALID</NAME>
  <DESCRIPTION>fehlerhafter Parameter</DESCRIPTION>
  <VALUE>32</VALUE>
</ENUMENTRY>
<ENUMENTRY>
  <NAME>INTERVALL_INVALID</NAME>
  <DESCRIPTION>ungültiges oder bereits abgelaufenes Intervall angegeben</DESCRIPTION>
  <VALUE>33</VALUE>
</ENUMENTRY>
<ENUMENTRY>
  <NAME>NOT_CONFIGURED</NAME>
  <DESCRIPTION>Die angesprochene Funktion ist wegen fehlender Versorgung nicht
verfügbar</DESCRIPTION>
  <VALUE>34</VALUE>
</ENUMENTRY>
</ENUMDOMAIN>
<OBJTYPE>
  <NAME>objA</NAME>
  <DESCRIPTION>Beispielobjekt A</DESCRIPTION>
  <MEMBER>0</MEMBER>
  <OTYPE>500</OTYPE>
  <DECL>
    <NAME>zeit</NAME>
    <DESCRIPTION>beispielzeit</DESCRIPTION>
    <REFERENCE>
      <MEMBER>0</MEMBER>
      <NAME>ZEITSTEMPEL.UTC</NAME>
    </REFERENCE>
  </DECL>
  <DECL>
    <NAME>nr</NAME>
    <DESCRIPTION>Beispiel Byte id</DESCRIPTION>
    <REFERENCE>
      <MEMBER>0</MEMBER>

```

```

        <NAME>OBJECT_ID_UBYTE</NAME>
    </REFERENCE>
</DECL>
<DECL>
    <NAME>name</NAME>
    <DESCRIPTION>Beispielname</DESCRIPTION>
    <REFERENCE>
        <MEMBER>0</MEMBER>
        <NAME>OBJECT_NAME</NAME>
    </REFERENCE>
</DECL>
<PATHPART>
    <NAME>PfadNr</NAME>
    <DESCRIPTION>BeispielPfad</DESCRIPTION>
    <REFERENCE>
        <MEMBER>0</MEMBER>
        <NAME>OBJECT_ID_UBYTE</NAME>
    </REFERENCE>

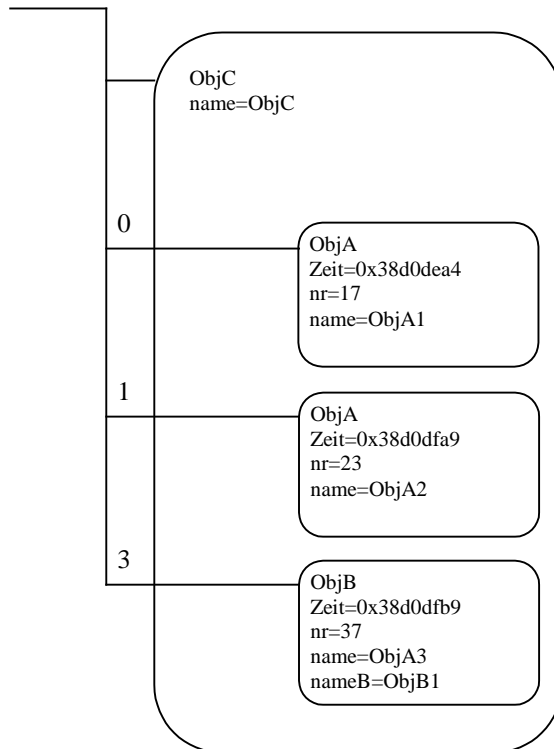
</PATHPART>
<STDMETHOD>Get</STDMETHOD>
<MAXMETHODNR>32</MAXMETHODNR>
</OBJTYPE>
<OBJTYPE>
    <NAME>objB</NAME>
    <DESCRIPTION>Beispielobjekt B, von objA abgeleitet</DESCRIPTION>
    <MEMBER>0</MEMBER>
    <OTYPE>501</OTYPE>
    <BASEDOMAIN>
        <MEMBER>0</MEMBER>
        <NAME>objA</NAME>
    </BASEDOMAIN>
    <DECL>
        <NAME>nameB</NAME>
        <DESCRIPTION>Beispielname B</DESCRIPTION>
        <REFERENCE>
            <MEMBER>0</MEMBER>
            <NAME>OBJECT_NAME</NAME>
        </REFERENCE>
    </DECL>
    <STDMETHOD>Get</STDMETHOD>
    <MAXMETHODNR>64</MAXMETHODNR>
</OBJTYPE>
<OBJTYPE>
    <NAME>objC</NAME>
    <DESCRIPTION>Beispielobjekt C</DESCRIPTION>
    <MEMBER>0</MEMBER>
    <OTYPE>502</OTYPE>
    <DECL>
        <NAME>name</NAME>
        <DESCRIPTION>Name</DESCRIPTION>
        <REFERENCE>
            <MEMBER>0</MEMBER>
            <NAME>OBJECT_NAME</NAME>
        </REFERENCE>
    </DECL>
    <DECL>
        <NAME>objs</NAME>
        <DESCRIPTION>Beispiel Embedded Objekte als Polymorpher array</DESCRIPTION>
        <REFERENCE>
            <MEMBER>0</MEMBER>
            <NAME>objA</NAME>
        </REFERENCE>
        <MINCOUNT>0</MINCOUNT>
        <MAXCOUNT>4</MAXCOUNT>
        <REFPATH_DATA>3</REFPATH_DATA >
        <EXTENSIBLE></EXTENSIBLE>
    </DECL>
    <STDMETHOD>Get</STDMETHOD>
    <MAXMETHODNR>32</MAXMETHODNR>
</OBJTYPE>
</OCT>
</OCIT_TYPE_DATEI>

```

7.2 Instanzen

Instanzen in Gerät 5, für Beispiel:

Pfad ab Gerät 5/



7.3 Telegramme

Request Telegramm für ObjA/1.Get() mit udp von Zentrale 0.

Offset	Offset+0	Offset+1	Offset+2	Offset+3
UDP				
0	HdrLen 11	000 00 r r 0	JobTime (Hi) E6	JobTime (Lo) 83
4	Job Time Cnt(Hi) 00	Job Time Cnt(Lo) 00	Member (Hi) 00	Member (Lo) 00
8	OTYPE (Hi) 01	OTYPE (Lo) F4	Method (Hi) 00	Method (Lo) 00
12	ZNr (Hi) 00	ZNr (Lo) 00	FNr (Hi) 00	FNr (Lo) 05
16	Path 01	Fletcher (Hi) F1	Fletcher (Lo) 77	

Daraufhin antwortet das Gerät mit:

Offset	Offset+0	Offset+1	Offset+2	Offset+3
UDP				
0	HdrLen 10	001 00 r r 0	JobTime (Hi) E6	JobTime (Lo) 83
4	Job Time Cnt(Hi) 00	Job Time Cnt(Lo) 00	Member (Hi) 00	Member (Lo) 00
8	OTYPE (Hi) 01	OTYPE (Lo) F4	Method (Hi) 00	Method (Lo) 00
12	ZNr (Hi) 00	ZNr (Lo) 00	FNr (Hi) 00	FNr (Lo) 05
16	RetCode 0	RetCode 0	38	D0
20	DF	A9	17	06
24	4F 'O'	62 'b'	6A 'j'	41 'A'
28	32 '2'	00	Fletcher (Hi) 3E	Fletcher (Lo) D4

Request Telegramm für ObjC.Get()mit udp von Zentrale 0

Offset	Offset+0	Offset+1	Offset+2	Offset+3
UDP				
0	HdrLen 10	000 00 r r 0	JobTime (Hi) 15	JobTime (Lo) 84
4	Job Time Cnt(Hi) 00	Job Time Cnt(Lo) 00	Member (Hi) 00	Member (Lo) 00
8	OTYPE (Hi) 01	OTYPE (Lo) F6	Method (Hi) 00	Method (Lo) 00
12	ZNr (Hi) 00	ZNr (Lo) 00	FNr (Hi) 00	FNr (Lo) 05
16	Fletcher (Hi) A8	Fletcher (Lo) A6		

Daraufhin antwortet das Gerät mit:

Offset	Offset+0	Offset+1	Offset+2	Offset+3
UDP				
0	HdrLen 10	001 00 r r 0	JobTime (Hi) 15	JobTime (Lo) 84
4	Job Time Cnt(Hi) 00	Job Time Cnt(Lo) 00	Member (Hi) 00	Member (Lo) 00
8	OTYPE (Hi) 01	OTYPE (Lo) F6	Method (Hi) 00	Method (Lo) 00
12	ZNr (Hi) 00	ZNr (Lo) 00	FNr (Hi) 00	FNr (Lo) 05

16	RetCode 0	RetCode 0	Name len 05	Name 4F 'O'
20	62 'b'	6A 'j'	43 'C'	00
24	Anzahl objs 03	RefLen 5	ID.Member (Hi) 00	ID.Member (Lo) 00
28	ID.OTYPE (Hi) 01	ID.OTYPE (Lo) F4	ID.Path 00	DataLen(Hi) 00
32	DataLen(Lo) 0C	Zeit 38	D0	DE
36	E4	Nr 11	Name len 06	Name 4F 'O'
40	62 'b'	6A 'j'	41 'A'	31 '1'
44	00	RefLen 5	ID.Member (Hi) 00	ID.Member (Lo) 00
48	ID.OTYPE (Hi) 01	ID.OTYPE (Lo) F4	ID.Path 01	DataLen(Hi) 00
52	DataLen(Lo) 0C	Zeit 38	D0	DF
56	A9	Nr 17	Name Len 06	Name 4F 'O'
60	62 'b'	6A 'j'	41 'A'	32 '2'
64	00	RefLen 5	ID.Member (Hi) 00	ID.Member (Lo) 00
68	ID.OTYPE (Hi) 01	ID.OTYPE (Lo) F5	ID.Path 03	DataLen(Hi) 00
72	DataLen(Lo) 13	Zeit 38	D0	DF
76	B9	Nr 25	Name len 06	Name 4F 'O'
80	62 'b'	6A 'j'	41 'A'	33 '3'
84	00	Name len 06	Name 4F 'O'	62 'b'
88	6A 'j'	42 'B'	31 '1'	00
92	Fletcher (Hi) FB	Fletcher (Lo) BA		

8 Trace-Möglichkeiten

Hinweis: Neue Funktion. Versionsstand des Feldgeräts beachten!

Die Erfassung des btppl-Telegrammverkehrs zu Prüfzwecken wird als „Tracen“ bezeichnet. Es gibt 2 Möglichkeiten:

8.1 Trace-Datei

Der Telegrammverkehr wird im Lichtsignalsteuergerät oder in einer zentralen Einrichtung erfasst und in einer „Trace-Datei“ gespeichert. Diese Möglichkeit zum vollständigen Erfassen des btppl-Telegrammverkehrs in Trace-Dateien ist für Zentralen und Feldgeräte verpflichtend.

In der OCIT-O Library (src_btppl_type_040701.zip) sind Module zur Erzeugung der Trace-Dateien (btppl_trace.c und btppl_trace.h) enthalten.

Die Trace-Dateien können mit dem OCIT-O Typetool (typetool_WIN_....exe, typetool_LINUX_....) gelesen werden. Es bietet folgende Funktionen:

- OCIT-Type (.dtd und .xml) einlesen und prüfen
- HTML Darstellung der OCIT-Type
- Trace-Datei (binäres btppl trace file) in lesbaren Text umsetzen
- Client Aufrufe (btppl client), Ausgabe des Request und Respond
- Sonderfunktion: Serverfunktion für EvList Objekt (Empfang von Events)

8.2 Externes Tracen

Der Telegrammverkehr wird online durch ein externes Erfassungsgerät (Trace-Tool) an dafür vorgesehenen Ports (Standard Trace-Ports) am Lichtsignalsteuergerät oder einer zentralen Einrichtung erfasst und gespeichert.

Ein Trace-Tool bietet typischerweise folgende Funktionen:

- Erfassen des btppl-Telegrammverkehrs über den Standard Trace-Port (Online-Tracen)
- Online Visualisieren des Trace
- Trace- Datei in lesbarer Text umsetzen (Offline)

8.2.1 Trace-Connection

Die Trace-Connection ist grundsätzlich von OCIT-I VD-Server (Zentrale) und Lichtsignalsteuergerät zu implementieren.

Standard Trace-Port: Servicename: ocit-trace (Port 5001, tcp).

Hinweis: Die Physik des Anschlusses ist nicht festgelegt.

Optional kann beim Socketaufbau ein Filterkriterium ZNR=xxxxx und/oder FNR=xxxxx vom Analysetool gesendet werden, mindestens aber ein LF (\n).

Beispiele:

```
ZNR=42;FNR=23\n
FNR=23\n
ZNR=42\n
\n
```

Socket-Timeout: Das Trace-Tool muss die Daten binnen 5 Sekunden abgenommen haben, ansonsten kann die Verbindung geschlossen werden.

Hinweis: Trace-Tools sollten vorzugsweise über eigene, schnelle Verbindungen mit der Zentrale oder dem Lichtsignalsteuergerät verbunden werden, weil durch das Online-Tracen das Datenaufkommen verdoppelt wird. Bei gleichzeitiger der Verwendung der Übertragungsprofile 1 oder 2 für Gerätesteuerung und Tracen können dadurch die Grenzen der Übertragungskapazität erreicht werden.

8.3 Binäres trace file format

Ein binäres btppl trace file besteht aus einer Folge von Trace Datensätzen des unten beschriebenen Aufbaus. **Alle Daten werden in „btppl“ byte order (d.h. MSB zuerst, LSB zuletzt) geschrieben.**

Name	Typ	Bemerkung
trclen	OCIT_UI4	Anzahl der Bytes des folgenden Trace Datensatzes .
Sec	OCIT_UI4	UTC Sekunde wann Tracedatensatz geschrieben wurde.
usec	OCIT_UI4	Mikrosekunde der UTC Sekunde wann Tracedatensatz geschrieben wurde.
ipadr	btppl_ip_address	Remote Ip Adresse.
port	btppl_port	remote port (NBO)
protokoll	OCIT_UI1	'u' für udp LoPrio, 't' für tcp LoPrio, 'U' für udp HiPrio, 'T' für tcp HiPrio. Die Werte 'uUtT' beschreiben Datensätze, die aufgrund von entfernten Methodenaufrufen zwischen Client und Server entstehen. Der Wert 'x' bzw. 'X' beschreibt Datensätze, die aufgrund von lokalen Methodenaufrufen entstehen. Diese

		Methodenaufrufe werden von der Tracefunktion der BTPPL-Lib ausgelöst.
direction	OCIT_UI1	'>' fuer received Telegramm, '<' fuer sent Telegramm.
Telegramm	HdrLen, Flags... Fletcher s. Kap. 5.1.1	Original Telegramm wie übertragen, start mit btppl header.

Datentypen in der OCIT-O Library:

Datentyp	Datentyp in C	Maximal gültiger Bereich	Übertragungsart	Bemerkung
OCIT_UI1	unsigned char	0 ... 255	als 1 Byte übertragen (ohne alignment)	8-Bit ohne Vorzeichen
OCIT_UI2	unsigned short	0 ... 65.535	als 2 Byte übertragen, High-Byte zuerst (ohne alignment)	16-Bit ohne Vorzeichen
OCIT_UI4	unsigned long	0 ... 4.294.967.295	als 4 Byte übertragen, High-Byte zuerst (ohne alignment)	32-Bit ohne Vorzeichen
OCIT_SI1	signed char	-128 ... +127	als 1 Byte übertragen (ohne alignment)	8-Bit mit Vorzeichen
OCIT_SI2	signed short	-32.768 ... 32.767	als 2 Byte übertragen, High-Byte zuerst (ohne alignment)	16-Bit mit Vorzeichen
OCIT_SI4	signed long	-2.147.483.648 ... 2.147.483.647	als 4 Byte übertragen, High-Byte zuerst (ohne alignment)	32-Bit mit Vorzeichen
btppl_ip_address	unsigned long	0 ... 4.294.967.295	als 4 Byte übertragen, High-Byte zuerst (ohne alignment)	32-Bit ohne Vorzeichen
btppl_port	unsigned short	0 ... 65.535	als 2 Byte übertragen, High-Byte zuerst (ohne alignment)	16-Bit ohne Vorzeichen

8.4 Auftragsstruktur

Um Auftragsframes der Trace Datensätze von z.B. Liste.GetSFSince parsen zu können ist die Information über die zum Zeitpunkt der Übertragung vorhandene Auftragsstruktur notwendig. Hierzu wird am Anfang jeder Trace-Datei ein Trace-Eintrag des Aufrufs der Methode GetListConfig() von SystemobjektFeldgeraet eingetragen (Request und Respond). Die Methode wird nicht explizit von einer externen Instanz (z.B. Trace-Tool) aufgerufen, es wird eine Struktur mit der Auftragsinformation in die Trace-Datei eingetragen, welche der Rückgabe des Aufrufs GetListConfig() entspricht. Dieser lokale Methodenaufwurf wird nicht in die Zentrale oder das Lichtsignalsteuergerät übertragen.

In den Tracedatensätzen erhalten die Felder "ipadr" und "port" den Wert 0, das Feld "protokoll" erhält den Wert 'x'.

Fall 1: Trace-Datei

In den Aufrufparameter ZnrFnrFilter muss für FNr und ZNr jeweils der NullValue (65535) eingetragen werden, damit die Konfiguration aller Feldgeräte eingetragen wird.

Aufrufparameter ListNrs (leeres Array), somit wird die Konfiguration aller veränderbarer Listen eingetragen.

Fall 2: Trace-Connection

In den Aufrufparameter ZnrFnrFilter muss das beim Aufbau der Traceverbindung ausgewertete Filterkriterium eingetragen werden. Für nicht im Filterkriterium enthaltene Werte ist der NullValue (65535) einzutragen. Damit wird die Listenkonfiguration nur für Geräte eingetragen, für die auch Trace-Datensätze übertragen werden.

Aufrufparameter ListNrs (leeres Array), somit wird die Konfiguration aller veränderbaren Listen eingetragen.

Bei der Analyse über Socket wird diese Auftragsinformationen einmal bei Socketaufbau gesendet. Der Stream über den Trace-Port und die Trace-Datei sind inhaltlich identisch und ineinander überführbar.

Glossar

Der Inhalt dieses Kapitels führt fachtechnische Begriffe auf, die auf den Kontext dieses Dokuments beziehen. Begriffe, die in allen OCIT-Dokumenten vorkommen können finden sich im Dokument OCIT-O System.

AP-Werte	Überbegriff in OCIT-O für ausgewählte interne Variable des Lichtsignalsteuergerätes, die von Anwenderprogrammen dynamisch gebildet werden oder (wenn setzbar) zur Steuerungen von Anwendungen durch übergeordnete zentrale Applikationen dynamisch verändert werden können.
Archive	In Archiven werden ausgewählte Daten des Lichtsignalsteuergerätes, die zur Dokumentation von Betriebszuständen bzw. zur Speicherung von dynamischen Werten dienen, gesammelt. Das Speicherformat (Bereitstellungsformat) kann vom Format der einzelnen Daten abweichen, um damit eine Datenkomprimierung zu erreichen.
bps	bits per second = bit/s
BTPPL	Basis Transport Paket Protokoll Layer der OCIT-O Schnittstelle
DTD	Document Type Definition Ein Satz an Regeln, der benutzt wird um Dokumente eines bestimmten Typs zu repräsentieren. DTD ist Bestandteil der XML-Spezifikation.
Dynamische Werte	Überbegriff für ausgewählte interne Variable des Lichtsignalsteuergerätes, welche üblicherweise durch Netzsteuerverfahren beeinflusst werden.
Event	Bestimmte Ereignisse im Lichtsignalsteuergerät lösen eine Nachricht an die Zentrale aus. Diese Nachricht wird als Event bezeichnet. Events werden z. B. ausgelöst, wenn Archive voll sind oder Meldungen von der Zentrale angefordert werden sollen.
Fehlermeldung	Im Gegensatz zu Störungen (Störungsmeldung) sind Fehler nicht durch einen technischen Defekt bedingt, sondern Fehler in der Versorgung (z.B. (z.B. der Zwischenzeit) oder Bedienung (z.B. nicht ausführbarer Befehl) des Feldgerätes.
herstellerspezifisch	Der jeweilige Hersteller legt die genaue Systematik oder Funktionsweise fest. In der Regel sind hier keine projektspezifischen Definitionen möglich oder sinnvoll, da sie die Durchgängigkeit und Robustheit der herstellereigenen Lösung gefährden würden.
IP	Internet Protocol (Version 4, soweit nicht anders vermerkt)
ISO / OSI	ISO/OSI-Basis-Referenzmodell (DIN-ISO 7498 v.1982, X.200 v. 1994) ISO: International Organization for Standardization OSI: Open Systems Interconnection
Lstg	Lichtsignalsteuergerät
Meldungen	Meldungen bezeichnen Ereignisse und nennen Verursacher, Zeitpunkt des Auftretens etc. Meldungen werden in Archiven gespeichert (Standard-Meldungsarchiv). Die Zentrale erhält die Meldungen nicht direkt, sondern nur eine Nachricht, dass Meldungen vorliegen (Event), worauf sie die Meldungen vom Lichtsignalsteuergerät anfordert und erhält.

Messwerte	Messwerte sind Messergebnisse der Sensorik und andere vom Gerät erfasste Daten, die als Originalwert oder vorverarbeitet eine Aussage über das Verkehrsgeschehen liefern.
PPP	Point to Point Protocol
projektspezifisch	Die jeweilige Spezifikation lässt in der Regel innerhalb der durch die vorhandene Technik festgelegten Grenzen projektspezifische Systematik oder Funktionen zu.
Returncode	Wird von der Zentrale ein Leistungsmerkmal aufgerufen, das im Lichtsignalsteuergerät nicht verfügbar ist, wird ein Returncode erzeugt und übertragen, den die Zentrale auswerten kann.
RFC	Request for Comment (= Arbeitspapiere, Protokoll-Spezifikationen oder Kommentare zu Netzwerk-Themen)
SHA-1	Secure Hash Algorithm
TCP	Transmission Control Protocol Eines der Internetprotokolle. Verbindungsorientiertes Transportprotokoll in Schicht 4 des ISO/OSI-Referenzmodells.
UDP	User Datagram Protocol Eines der Internetprotokolle. Verbindungsloses Protokoll in Schicht 4 des ISO/OSI-Referenzmodells.
V.xx	Standards der ITU-T (International Telecommunications Union), früher CCITT
Verkehrstechnische Verfahren (auch verkehrsunabhängige Logik, VA-Logik, VA, VA-Verfahren)	Software im Lichtsignalsteuergerät, die auf der Basis vorgegebener Algorithmen und Verkehrsmesswerten die Signalisierung entsprechend der aktuellen Verkehrssituation modifiziert. Die Algorithmen der Logik sind durch Parameter veränderbar (ein Teil der Versorgungsdaten). Berechnete Ergebnisse (Variable) können in OCIT-Outstations als AP-Werte gelesen oder gesetzt werden.
XML	Extensible Markup Language Metasprache für das Definieren von Dokumenttypen. XML liefert die Regeln, die beim Definieren von Dokumenttypen angewendet werden.
Zentrale	Das Wort Zentrale wird in den OCIT-O Dokumenten als Kurzform für eine Lichtsignalsteuerungszentrale an die Lichtsignalsteuergeräte angeschlossen sind, verwendet. Die Lichtsignalsteuerungszentrale kann ein Teil einer aus mehreren Komponenten bestehende Einrichtung zur Steuerung und Überwachung des Straßenverkehrs sein. Die Komponenten dieser zentralen Ebene können sich an verschiedenen Orten befinden (verteiltes System).
Zentrale Ebene	Eine aus einer oder mehreren Komponenten bestehende Einrichtung zur Steuerung und Überwachung des Straßenverkehrs. Die Komponenten der zentralen Ebene können sich an verschiedenen Orten befinden (-> verteiltes System). Nach dem Verständnis des OCIT-Prozesses umfasst die zentrale Ebene mindestens eine Lichtsignalsteuerungszentrale und die die daran angeschlossenen Lichtsignalanlagen mit ihren Lichtsignalsteuergeräten. Erweiterungen sind die Teilsysteme wie Verkehrsingenieurs-Arbeitsplatz, Versorgungsdatenserver, System zur Qualitätssicherung, Adaptive Netzsteuerung und ggf. weitere.

Zentraler und lokaler
Systemzugang

OCIT-Outstations Schnittstelle der zentralen Ebene oder am Feldgerät, an der Werkzeuge für Versorgung oder Service angeschlossen werden können.

OCIT-O_Protokoll_V2.0_A04

Copyright © 2012 ODG
