



IO-Link

Im Durchblick

Spezifikation in Kürze

Durchbruch in Sachen Kommunikation



Zusammengestellt, genehmigt und freigegeben durch IO-Link

Kommentare, Vorschläge und Fragen zu diesem Dokument sind jederzeit willkommen. Nutzen Sie für Ihre Hinweise bitte die Adresse www.io-link-projects.com und geben Sie Ihren Namen und Ihre E-Mail-Adresse an.

Wichtige Hinweise:

- HINWEIS 1 Für jedes IO-Link-Device muss es eine dazugehörige IODD-Datei geben. Die Datei und eventuelle Updates müssen jederzeit leicht verfügbar sein. Der IO-Link-Hersteller ist dafür verantwortlich, dass die IODD-Datei mit Hilfe des IODD-Checkers getestet wurde und unter der Adresse www.io-link.com heruntergeladen werden kann.
- HINWEIS 2 Für jedes IO-Link-Device kann eine Herstellererklärung zur Konformität des Devices zu dieser Spezifikation, die freigegebene IODD, sowie Testdokumente von der Adresse www.io-link.com heruntergeladen werden.

Haftungsausschluss:

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen verstehen sich vorbehaltlich Änderungen. Das Material in diesem Dokument definiert eine IO-Link-Spezifikation gemäß der Lizenz und den auf dieser Seite dargelegten Anmerkungen. Dieses Dokument ist keine Verpflichtung, Teile dieser Spezifikation in Produkten einer Firma umzusetzen.

Unter keinen Umständen wird für hierin enthaltene Fehler oder für indirekte, zufällige, spezielle, nachfolgende Schäden, Vertrauensschäden oder Schadensersatz, einschließlich Schäden aus entgangenem Gewinn, Kapitalverlust, Datenverlust oder Nutzungsausfall, die einem Anwender oder Dritten entstanden sind. Die Einhaltung dieser Spezifikation befreit die Hersteller von IO-Link-Devices nicht von Einhaltung der Anforderungen von Sicherheits- und Ordnungsbehörden (TÜV, BIA, UL, CSA, etc.).

☛ **IO-Link**® ist ein eingetragenes Warenzeichen. Es darf nur von des IO-Link-Mitgliedern verwendet werden. Genauere Hinweise zur Nutzung finden Sie unter der Adresse www.io-link.com.

Schreibweisen:

In dieser Spezifikation werden die folgenden Schlüsselwörter benutzt:

Kann bedeutet, dass man die Wahl hat ohne eine implizierte Präferenz.

Sollte bedeutet, dass man die Wahl hat, jedoch mit einer deutlich bevorzugten Implementierung.

Soll bedeutet eine zwingende Anforderung. Designer **sollen** diese zwingenden Anforderungen implementieren damit Interoperabilität gewährleistet ist, und sie die Konformität mit dieser Spezifikation beanspruchen können.

Herausgeber:

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO)
Geschäftsstelle
Haid-und-Neu-Strasse 7
76131 Karlsruhe
GERMANY

Telefon: +49 721 / 96 58 590
Fax: +49 721 / 96 58 589
E-Mail: info@io-link.com
Internet: www.io-link.com

© Diese Veröffentlichung darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers weder reproduziert noch in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln, elektronisch oder mechanisch, einschließlich Fotokopieren und Mikrofilm genutzt werden.



1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	4
2	Übersicht IO-Link-System.....	5
2.1	Nach dem Einschalten.....	6
3	IO-Link-Protokoll.....	7
3.1	Prozessdaten (Process data objects)	8
3.2	Device-Parameter (On-request data objects)	8
3.3	Ereignisse (Events)	8
3.4	Datenaustausch	8
3.5	Übertragungsgüte, Retries, QoS.....	9
3.6	Übertragungsgeschwindigkeiten und Synchronität.....	9
3.7	Telegrammtypen und ihr Aufbau	9
4	Einbindung in übergeordnete Feldbusse	10
4.1	Datenaustausch	10
4.2	Zugriff auf Devicedaten.....	10
4.3	Geräteprofile	12
4.4	Konfiguration im Feldbus.....	12
5	IO-Link-Systemstruktur	13
5.1	Das IO-Link-Device	13
5.2	IODD und IO-Link-Konfigurationstool	14
5.3	Die Parametrierserverfunktion.....	15
5.4	Der IO-Link-Master.....	16



2 Übersicht IO-Link-System

Ein IO-Link-System besteht aus:

- einem IO-Link-Master
- IO-Link-Devices meist Sensoren, Aktoren oder Kombinationen daraus
- einem Standard 3-Leiter-Sensor-/Aktorkabel

Der Master kann als Gerät beliebiger Bauweise und Schutzart ausgeführt werden.

Folgende Systemarchitektur ist möglich:

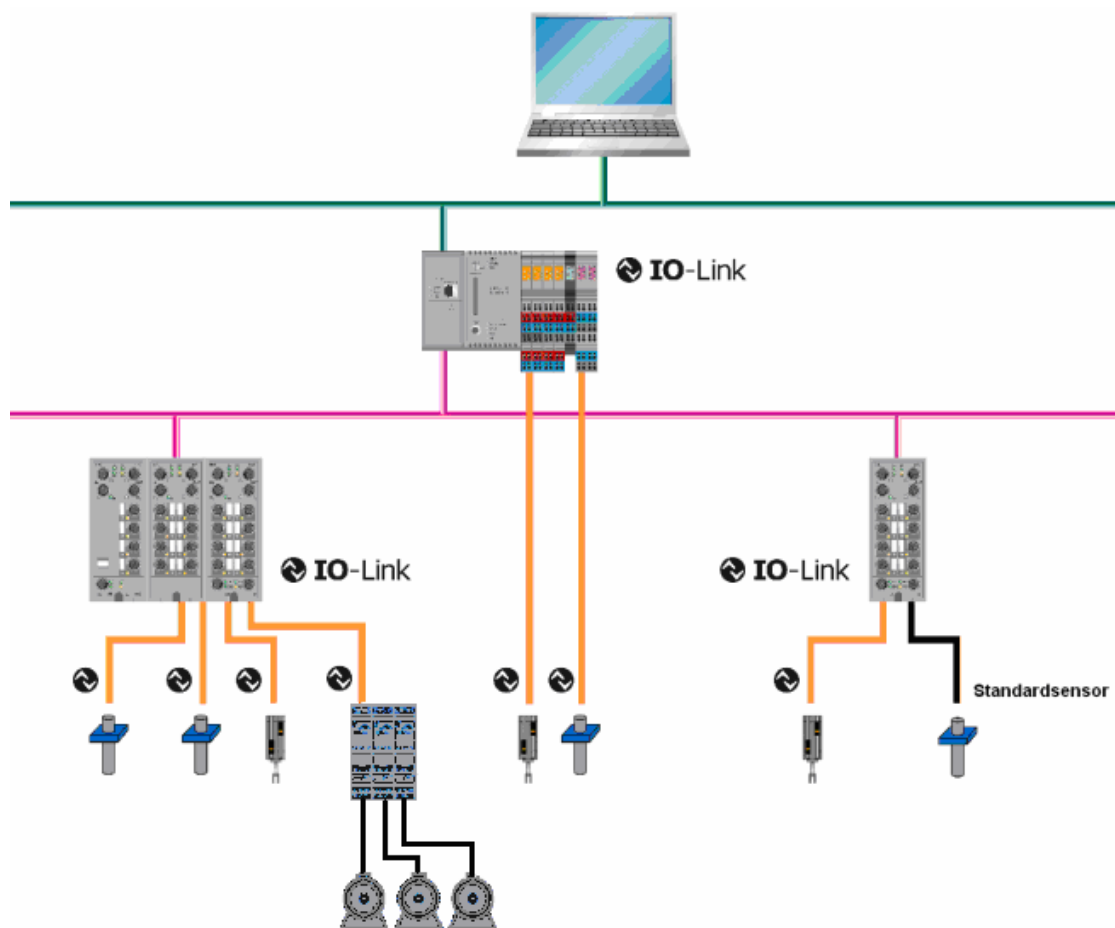


Abbildung 1: Beispiel Systemarchitektur

Ein IO-Link-Master verfügt über einen oder mehrere Ports. An jeden Port kann immer nur ein IO-Link-Device oder ein Standardsensor/-aktor angeschlossen werden. Somit ist IO-Link eine Punkt-zu-Punkt-Kommunikation und kein Feldbus.

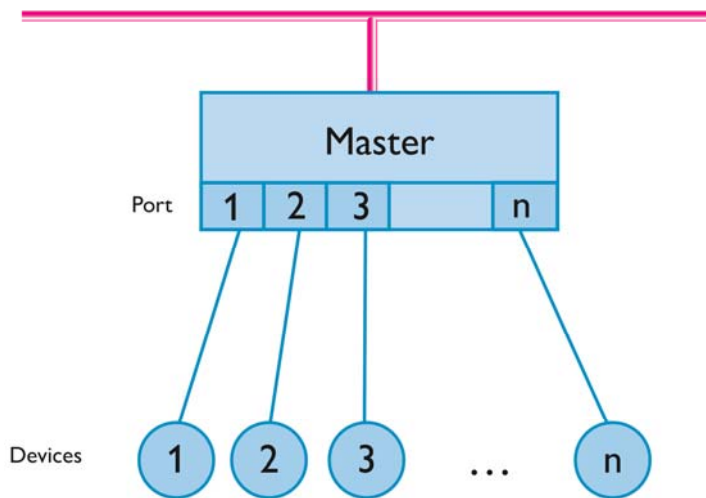


Abbildung 2: IO-Link Punkt-zu-Punkt-Verbindung

2.1 Nach dem Einschalten

Das Device befindet sich nach dem Einschalten immer im SIO-Modus (Standard I/O Modus).

Die Ports des Masters können unterschiedlich konfiguriert sein. Ist ein Port auf den SIO-Modus eingestellt, so verhält sich der Master an diesem Port wie ein normaler digitaler Eingang. Ist der Port auf den IO-Link-Modus (Communication mode) eingestellt, so versucht der Master das angeschlossene IO-Link-Device zu finden. Dieser Vorgang nennt sich „Wake up“ oder „aufwecken“.

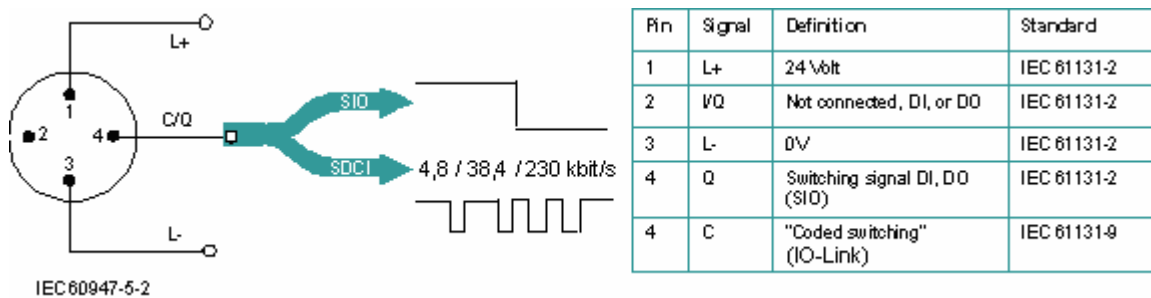


Abbildung 3: SIO- und IO-Link-Modus

Während des „Aufweckens“ sendet der Master ein definiertes Signal und wartet auf die Antwort des Devices. Der Master versucht dieses zunächst mit der höchsten definierten Baudrate. Für den Fall des Misserfolgs versucht er es mit der nächst niedrigeren Baudrate. Der Master versucht das Device mit jeder Baudrate dreimal anzusprechen. Das Device unterstützt immer nur eine definierte Baudrate. Empfängt der Master eine Antwort, fangen beide Geräte an zu kommunizieren. Zunächst tauschen sie die Kommunikationsparameter (communication parameter) aus, anschließend beginnt der zyklische Datenaustausch der Prozessdaten (process data).

Wird das Device während des Betriebes abgezogen, erkennt der Master den Kommunikationsabbruch. Er meldet den Kommunikationsabbruch feldbuspezifisch an die Steuerung und versucht zyklisch das Device wieder „aufzuwecken“. Nach einem erneuten, erfolgreichen „Aufwecken“ werden wiederum die Kommunikationsparameter (communication parameters) ausgelesen und eventuell eine Validierung durchgeführt. Danach beginnt wieder der zyklische Datenaustausch (cyclic communication channel).

3 IO-Link-Protokoll

Grundsätzlich werden drei Arten von Daten ausgetauscht:

- Zyklische Prozessdaten (Process data Inputs, Output) → Zyklische Daten
- Device-Parameter (on-request data objects) → Azyklische Daten
- Ereignisse (Events) → Azyklische Daten

Das IO-Link-Device sendet immer nur nach einer Aufforderung des IO-Link-Masters. Prozessdaten werden nach dem IDLE-Telegramm des Masters gesendet. Device-Parameterdaten und Ereignisse werden explizit vom Master angefragt.

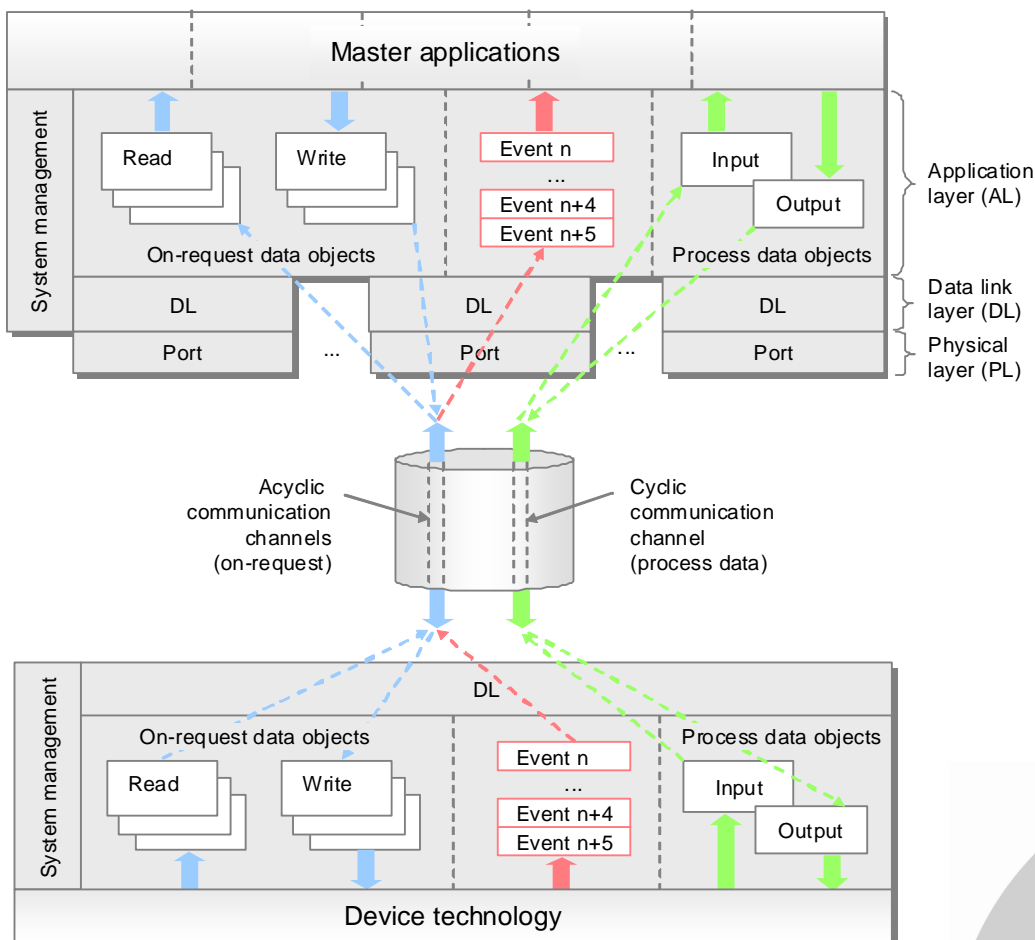


Abbildung 4: Zyklischer- und azyklischer Datenaustausch

3.1 Prozessdaten (Process data objects)

Die Prozessdaten eines Device werden in einer F-Sequence (Datenframe) zyklisch übertragen. Die Größe der Prozessdaten ist durch das Device festgelegt. Es sind je Device Prozessdaten von 0 bis 32 Byte möglich (jeweils Input und Output). Die Gültigkeit der Prozessdaten wird durch eine PD Valid-Information (Prozessdaten gültig) signalisiert.

3.2 Device-Parameter (On-request data objects)

Device-Parameter werden azyklisch und auf die Anfrage des IO-Link-Masters ausgetauscht. Der IO-Link-Master sendet immer zuerst eine Anfrage an das Device, dann antwortet das Device. Das gilt sowohl für das Schreiben der Daten ins Device als auch das Lesen der Daten aus dem Device. Mit Hilfe der „On-request data Objekte“ können Parameterwerte ins Device geschrieben (Write) oder Gerätezustände aus dem Device ausgelesen (Read) werden.

3.3 Ereignisse (Events)

Beim Auftreten eines Ereignisses setzt das Device das sogenannte „Event Flag“, welches in der „Device reply message“ gesendet wird. Der Master erkennt das „Event-Flag“ und liest das gemeldete Ereignis aus. Während ein Ereignis ausgelesen wird, können keine Parameterdaten ausgetauscht werden, da die Übertragung der Ereignisdaten den Zeitblock der „on-request Daten“ nutzt.

Es sind drei Kategorien von Ereignissen definiert:

- Fehlermeldungen (Error)
- Maintenance-Daten (Warnings)
- Gerätefunktionen (Notifications)

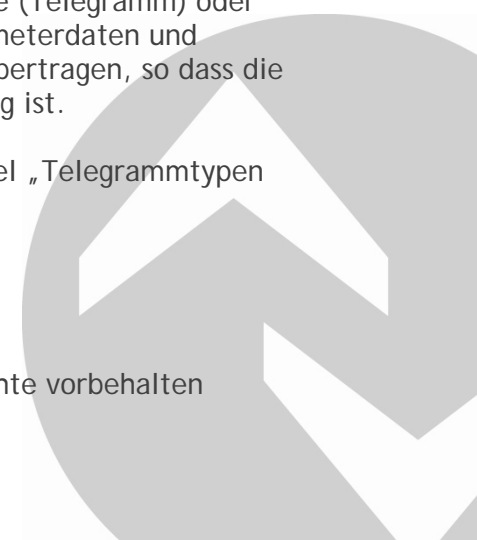
Auf diese Weise ist es möglich Ereignisse oder Zustände eines Devices wie Verschmutzung, Überhitzung, Kurzschluss etc. vom Device über den IO-Link Master bis in die SPS oder zur Visualisierung zu übertragen.

Der IO-Link-Master kann auch seinerseits Ereignisse und Zustände erzeugen und diese über den jeweiligen Feldbus übertragen. Solche Ereignisse können z. B. Drahtbruch, Kommunikationsabbruch, Überlast etc. sein.

3.4 Datenaustausch

Parameterdaten/Events und Prozessdaten können in einer F-Sequence (Telegramm) oder in **getrennten** F-Sequences (Telegrammen) übertragen werden. Parameterdaten und Events werden immer in reservierten Zeitblöcken (on-request data) übertragen, so dass die Übertragungszeit und Deterministik unabhängig von deren Übertragung ist.

Eine genauere Darstellung des Telegrammaufbaus finden Sie im Kapitel „Telegrammtypen und ihr Aufbau“.



3.5 Übertragungsgüte, Retries, QoS

IO-Link ist ein sehr robustes Übertragungssystem. Es arbeitet mit einem 24 Volt-Pegel. Sollten F-Sequences fehlschlagen, so wird der Masteraufruf noch zweimal wiederholt. Erst nach dem Fehlschlagen des zweiten Wiederholversuchs erkennt der Master einen Kommunikationsabbruch und meldet diesen an die übergeordnete Steuerung.

3.6 Übertragungsgeschwindigkeiten und Synchronität

In der IO-Link-Spezifikation V1.1 sind die Übertragungsraten (Baudraten) 4,8 Kbaud, 38,4 Kbaud und 230,4 Kbaud definiert. Ein IO-Link-Device unterstützt ausschließlich eine der definierten Baudraten. Der IO-Link-Master unterstützt alle Baudraten.

Die Zykluszeit setzt sich zusammen aus der Telegrammlänge und den Verzögerungszeiten im Master und im Device. Bei einer Baudrate von 38,4 Kbaud und einer Telegrammlänge von 2 Byte liegt sie typischerweise bei etwa 2 ms.

Das zeitliche Gesamtverhalten ergibt sich aus der minimalen Zykluszeit (min cycle time), die ein Device vorgeben kann, und aus der danach vereinbarten oder parametrisierten tatsächlichen Zykluszeit. Diese gibt der Master vor (master cycle time).

3.7 Telegrammtypen und ihr Aufbau

Parameter/Events und Prozessdaten können in einer F-Sequence (Telegramm) oder in getrennten F-Sequences (Telegrammen) übertragen werden. Die Übermittlung erfolgt über separate zyklische und azyklische Kommunikationskanäle, wobei Parameterdaten und Events immer in reservierten Zeitblöcken (on-request data) übertragen werden. Somit hat die Übertragung von Parametern/Events keine Auswirkung auf die Geschwindigkeit und die Deterministik der Prozessdatenübertragung.

Die IO-Link-Spezifikation definiert unterschiedliche F-Sequence types (Telegrammtypen), die sich durch die Größe der Eingangs-/Ausgangsprozessdaten (PD) und der Anzahl der Parameter/Eventdaten (OD) unterscheiden. Des Weiteren ist für die jeweiligen Telegrammtypen der Zugriff auf die unterschiedlichen Kommunikationskanäle (zyklisch, azyklisch) festgelegt.

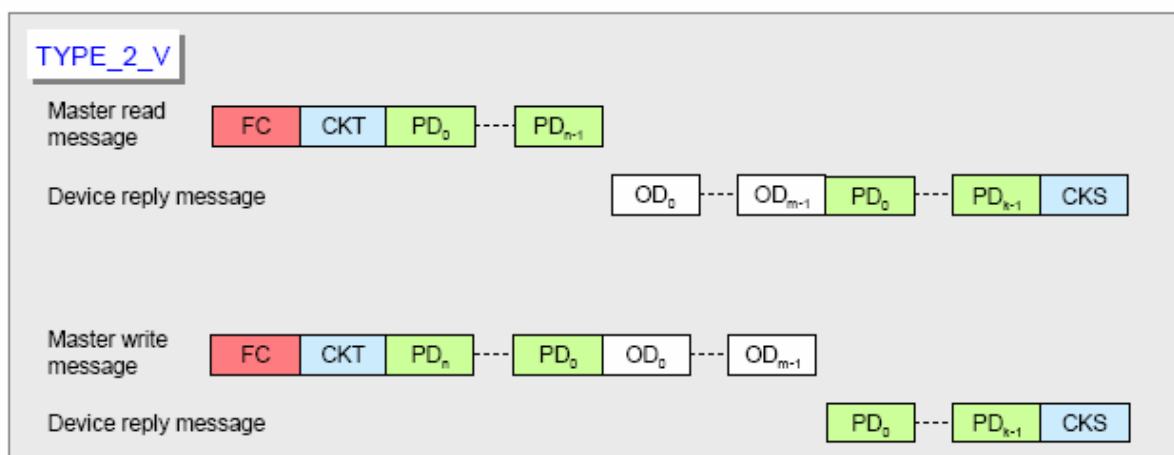


Abbildung 5: Grundsätzlicher IO-Link-Telegrammaufbau

F-Sequence control (FC)

Für den Aufbau der Kommunikation muss der Master die Kommunikationsparameter des Devices ermitteln. Eine der relevanten Informationen ist die Länge der Prozessdaten. Aufgrund dieser Information entscheidet der IO-Link Master, welcher F-Sequence type (Telegrammtyp) für den zyklischen Datenaustausch genutzt wird. In der Phase des Kommunikationsaufbaus verwendet der Master den F-Sequence type 0 (Telegrammtyp 0).

Andere Telegrammtypen werden immer dann verwendet, wenn die Summe der Eingangs- und Ausgangsprozessdaten eines Devices größer zwei Byte ist oder zusätzlich Servicedaten genutzt werden.

4 Einbindung in übergeordnete Feldbusse

4.1 Datenaustausch

Um die Daten zwischen einem IO-Link-Device und einer SPS auszutauschen, werden die IO-Link-Daten vom IO-Link-Master in den eingesetzten Feldbus gemapped. Man spricht hier von einer IO-Link-Abbildung auf den Feldbus. Ist der IO-Link-Master direkt mit einer SPS über einen proprietären Rückwandbus (siehe Abb.1) verbunden, werden die IO-Link-Daten auf diesen Bus abgebildet und zur SPS bzw. von der SPS an den IO-Link-Master und weiter in das IO-Link-Device übertragen. IO-Link-Abbildungen sind bereits für den PROFIBUS, für Profinet, INTERBUS, AS-i, EtherCAT und PowerLink spezifiziert.

4.2 Zugriff auf Devicedaten

Prozessdaten vom oder zum IO-Link-Device werden im zyklischen Datenverkehr über den Feldbus bzw. Rückwandbus transportiert. Die Parameterdaten müssen von der SPS explizit angefragt oder, als solche gekennzeichnet, gesendet werden. Zu diesem Zweck wurde in der IO-Link-Spezifikation die iSDU (indexed service data unit) definiert.

Parameterwerte und Zustände sind in einem IO-Link-Device über Indizes und Subindizes abfragbar. Die Anfragen (Read Write Services) werden im IO-Link-Master auf eine IO-Link spezifische iSDU codiert und über die IO-Link-Schnittstelle zum Device übertragen. In der iSDU wird festgelegt, ob gelesen oder geschrieben wird. Unter Verwendung der Indizes werden die Parameter festgelegt, deren Werte gelesen oder beschrieben werden sollen.



Die ISDU ist wie folgt aufgebaut:

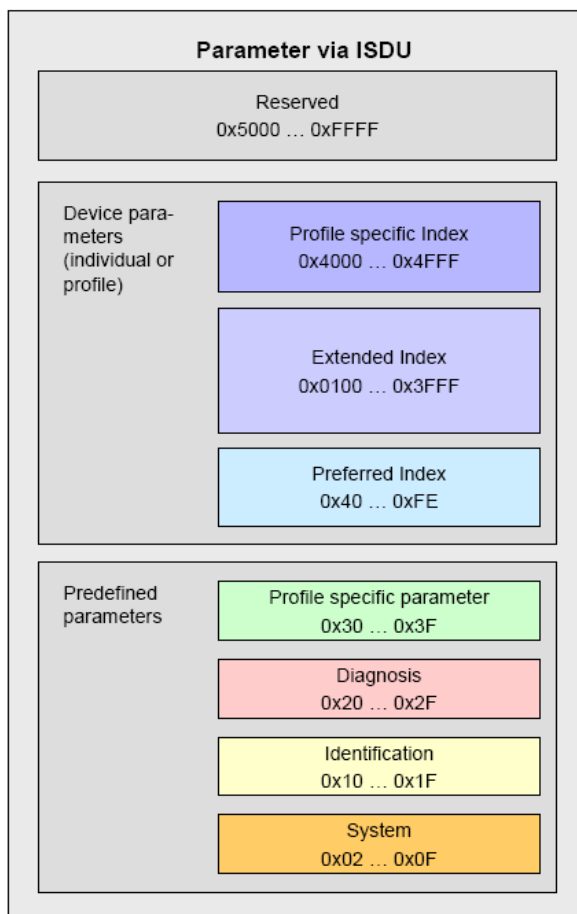


Abbildung 4: Struktur einer ISDU

Über IO-Link können bis zu 65536 Indizes mit einer Größe von bis zu 232 Byte adressiert werden.

Die IO-Link-Spezifikation enthält bereits vordefinierte Indizes (Predefined parameters). Ein Teil der Indizes sind verbindlich vorgeschrieben (mandatory).

Beispiele dafür sind:

- Vendor Name
- Product Name

Über diese Indizes sind die IO-Link-Devices eindeutig identifizierbar.

Der Großteil der definierten Indizes sind jedoch optional und können aber müssen nicht genutzt werden.

Beispiele dafür sind:

- Serial Number
- Error Count
- Diagnosis History

4.3 Geräteprofile

Jeder SPS-Hersteller liefert mehrere für sein System zugeschnittene Funktionsbausteine (FB). Unter Verwendung von Funktionsbausteinen wird im Steuerungsprogramm die azyklische Kommunikation mit dem IO-Link-Device durch den IO-Link-Master programmiert. Durch den FB legt man fest mit welchem IO-Link-Master (also welchem Feldbusteilnehmer) und über welchen seiner Ports man Daten austauschen möchte. Zudem sendet man gleichzeitig die Anfrage an das IO-Link-Device.

Um die Zugriffe von der SPS auf die Devices zu vereinheitlichen, werden Geräteprofile (Device profile) definiert. In den Geräteprofilen sind die Datenstruktur, die Dateninhalte und die Basisfunktionalität festgeschrieben. Damit wird eine einheitliche Anwendersicht und ein identischer Programmzugriff auf eine Vielzahl unterschiedlicher Devices erreicht.

4.4 Konfiguration im Feldbus

Der IO-Link-Master stellt sich am Feldbus wie ein normaler Feldbusteilnehmer dar. Er wird über die entsprechende Gerätebeschreibung in den jeweiligen Netzwerk-Konfigurator eingebunden (z. B. GSD, FDCML, GSDML etc.). In diesen Dateien werden die Kommunikations- und weitere Eigenschaften des IO-Link-Masters, wie etwa die Anzahl der Ports beschrieben. Welche IO-Link-Devices angeschlossen sind, kann hier nicht abgelesen werden. Um die Systemarchitektur aber vollständig und bis zum IO-Link-Device transparent darzustellen, wurde die IO-Link Device Description (IODD) definiert. Mit Hilfe der IODD und dem IO-Link-Konfigurationstool der IO-Link-Masterhersteller lässt sich konfigurieren, welches IO-Link-Device an welchem Port eines IO-Link-Masters angeschlossen ist.



5 IO-Link-Systemstruktur

5.1 Das IO-Link-Device

Das IO-Link-Device bietet über das IO-Link-Protokoll den Zugriff auf Prozessdaten und Variablen der Devices. Bestimmte Variablen legen z. B. die Identifikation fest. Die gerätespezifischen Variablen legt der Hersteller in definierten Indexräumen an. All diese Informationen sind in der IODD beschrieben.

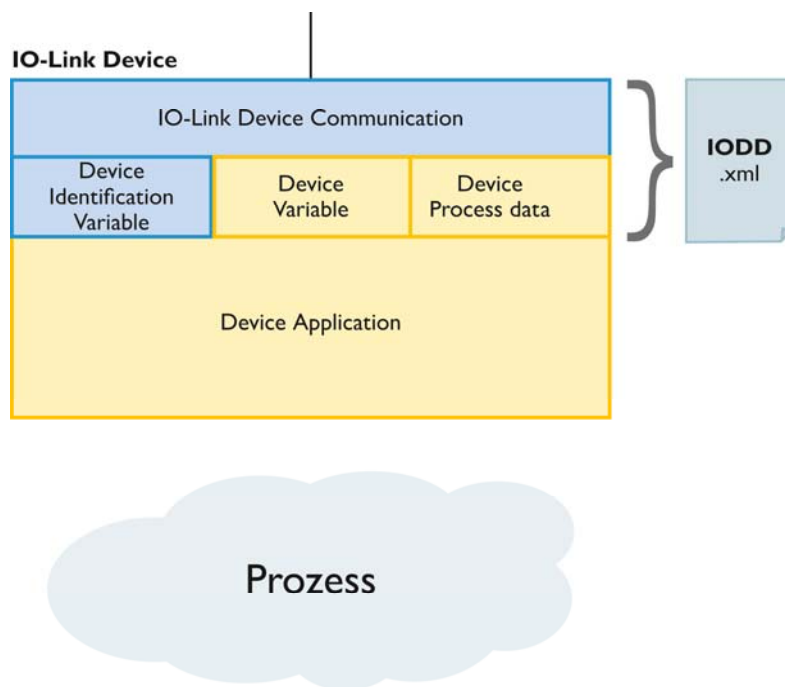


Abbildung 5: IO-Link-Device-Struktur



5.2 IODD und IO-Link-Konfigurationstool

Die IODD enthält:

- Informationen zu Kommunikationseigenschaften
- Informationen zu Geräteparametern
- Identifikation-, Prozess- und Diagnosedaten
- das Bild des Devices
- das Logo des Herstellers

Der Aufbau der IODD ist für alle Devices aller Hersteller gleich. Er wird von den IO-Link-Konfigurationstools der Masterhersteller immer auf die gleiche Art und Weise dargestellt. Daher ist die gleiche Handhabung für alle IO-Link-Devices herstellerunabhängig garantiert. Die IODD besteht aus einer oder mehreren xml-Dateien die das Device beschreiben und Bilddateien im png-Format.

Im „IODD-StandardDefinitions1.0.xml“ werden alle Eigenschaften des Devices beschrieben, die allgemeingültig und verpflichtend sind. Diese Datei muss im IODD-Verzeichnis einmal in jeder unterstützten Sprache vorhanden sein. In weiteren xml-Dateien werden die herstellerspezifischen Eigenschaften eines Devices beschrieben.

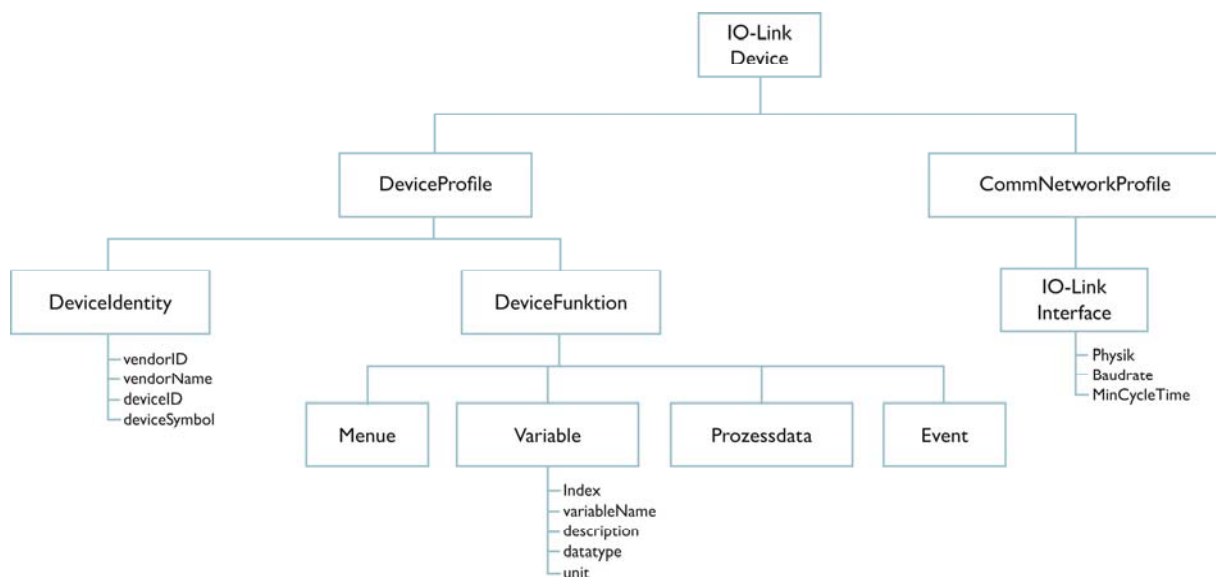


Abbildung 6: Struktur der IODD

Die IO-Link-Konfigurationstools der Masterhersteller sind in der Lage eine IODD einzulesen und das damit beschriebene Device graphisch (nur bedingt möglich) darzustellen. Es kann verwendet werden, um IO-Link-Devices aller Hersteller zu parametrieren oder zu diagnostizieren. Gleichzeitig erlaubt ein IO-Link-Konfigurationstool eine transparente Darstellung der Systemarchitektur bis in die Feldebene.

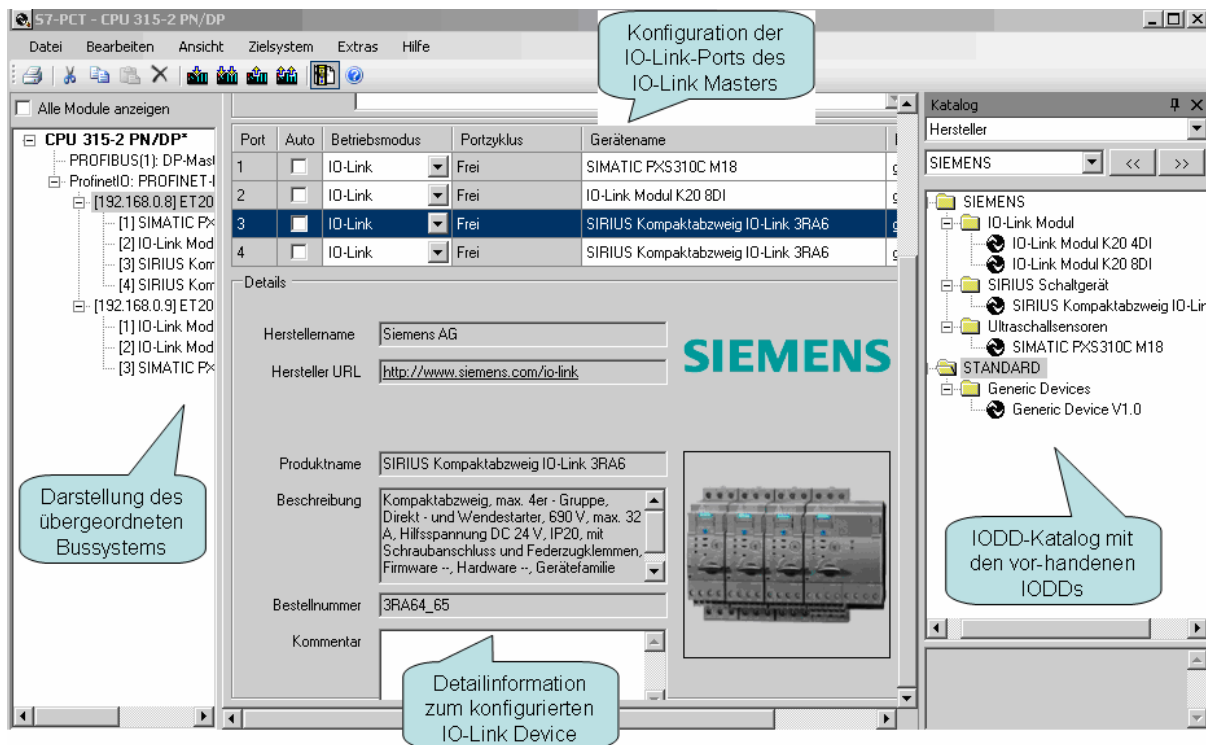


Abbildung 10: IO-Link-Konfigurationstools eines Masterherstellers

Zur Validierung einer IODD wurde der IODD-Checker entwickelt. Alle IODDs müssen mit dem IODD-Checker getestet werden. Der Checker trägt dabei eine Checksumme in die IODD ein. IO-Link-Konfigurationstools, die eine IODD einlesen, erstellen ihrerseits auch eine Checksumme. Diese Checksumme muss mit der in der IODD eingetragenen Checksumme übereinstimmen.

5.3 Die Parametrierserverfunktion

Die mittels Konfigurationstool und IODD eingestellten Device-Parameter werden dem Device übergeben. Diese werden nichtflüchtig gespeichert. Diese Parameter können zu einem beliebigen Zeitpunkt über das Konfigurationstool oder von der SPS aus verändert und im Device gespeichert werden.

Jegliche Änderungen der Parameter meldet das Device an den Master. Daraufhin holt der Master die aktuellen Parameter von Device ab. Der Master oder ein ihm übergeordnetes System speichert diese Daten und stellt sie beim Austausch des Devices dem neuen Device automatisch wieder zur Verfügung.

Damit wird der Austausch eines Devices komfortabel unterstützt, da die Parametrierung des neuen Devices automatisch durch den IO-Link-Master erfolgt.

5.4 Der IO-Link-Master

Der IO-Link-Master kann unterschiedlich an die SPS angebunden werden (siehe Abb. 1) und über einen oder mehrere Ports verfügen.

In der IO-Link-Spezifikation werden zwei Typen von Ports unterschieden.

Beim Port Class A (Typ A) sind die Funktionen von Pin 2 und Pin 5 nicht genauer beschrieben und können somit vom Hersteller frei definiert werden.

Port Class B (Typ B) ist für Devices definiert die eine spezielle Spannungsversorgung benötigen.

Port Class A

Pin 4 kann bei diesem Porttyp als digitaler Eingang (DI) oder IO-Link konfiguriert werden. Optional können Hersteller den Pin 4 auch als digitalen Ausgang (DO) mit einem begrenzten Ausgangsstrom anbieten. Zudem kann der Pin 2 beliebig genutzt werden. Hersteller könnten den Pin 2 z. B. als DI oder DO gestalten.

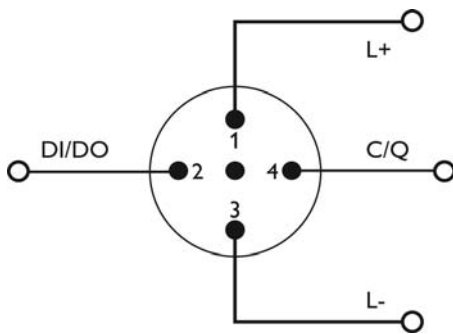


Abbildung 11: IO-Link-Master Port Class A

Port Class B

Der Porttyp B ist für Aktoren oder Sensoren mit z. B. galvanisch getrennter Spannungsversorgung definiert. Hier werden an Pins 2 und Pin 5 eine zusätzliche Spannungsversorgung bereitgestellt.

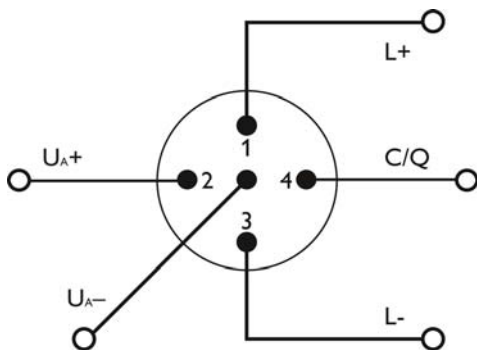


Abbildung: 12: IO-Link-Master Port Class



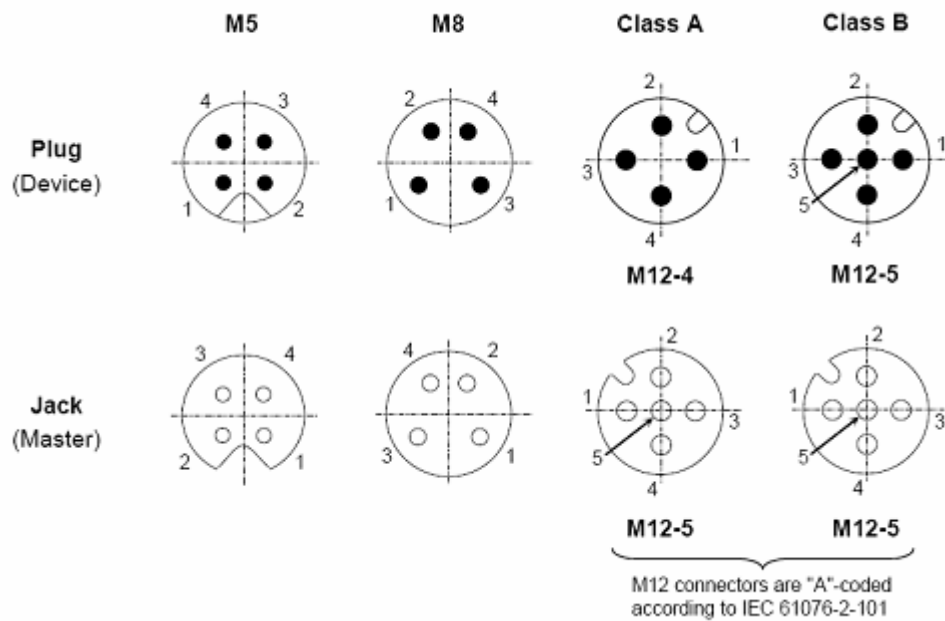


Abbildung: 13: Definierte Steckertechnik für Geräte in hoher Schutzart

© Copyright by:

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO)
Geschäftsstelle
Haid-und-Neu-Strasse 7
76131 Karlsruhe
GERMANY

Telefon: +49 721 / 96 58 590
Fax: +49 721 / 96 58 589
E-Mail: info@io-link.com
Internet: www.io-link.com

