

P. Wienzek / J. R. Uffelmann

---

# IO-Link

---

Intelligente Geräte brauchen  
einfache Schnittstellen

---



Oldenbourg  
Industrieverlag



ISBN 978-3-8356-3115-1

9 783835 631151







---

# IO-Link

---

## Intelligente Geräte brauchen einfache Schnittstellen

---

Peter Wienzek, Dipl.-Ing., MBM  
Joachim R. Uffelmann, Dipl.-Ing.

---

Oldenbourg Industrier Verlag München

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2010 Oldenbourg Industrieverlag GmbH  
Rosenheimer Straße 145, 81671 München  
Telefon: +49 (89) 45051-0  
[www.oldenbourg-industrieverlag.de](http://www.oldenbourg-industrieverlag.de)

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Lektorat: Ulla Grosch, Anne Hütter, M.A. phil  
Herstellung: Norbert Nickel  
Satz: abavo GmbH  
Druck/Bindung: ICS, Bergisch Gladbach

ISBN 978-3-8356-3115-1

# Vorwort

„IO-Link, ein neues Bussystem, Ersatz für das Aktuator-Sensor-Interface!“ Mit dieser Überschrift läutete eine bekannte Automatisierungszeitschrift das Interview eines „offenkundigen“ Experten ein. Neue Systeme haben es am Anfang fast immer schwer Gehör zu finden. Gute Ideen können zerredet werden. Die eigentliche Botschaft verpufft. Damit dies nicht passiert und etwas mehr Klarheit in die öffentliche Debatte kommt, haben wir dieses Buch geschrieben.

Es ist für alle gedacht, die sich zunächst über das Thema IO-Link informieren wollen. Der einfache Einstieg ins Thema vergleicht existente Lösungen und die sich ändernden Marktanforderungen. Danach wird auf die Grundlagen von IO-Link eingegangen und praktische Hinweise zur Planung, Inbetriebnahme, Wartung und Service in automatisierten Anlagen gegeben.

Im zweiten Teil folgt eine Vertiefung in die physikalische Umsetzung, Telegramme, Normung, Aufbau und Funktionsweise des IO-Link-Masters und der Devices. Schließlich noch ein Exkurs in den Aufbau der IODD-Konfigurationsdateien.

IO-Link, oder genauer gesagt SDCI, ist aus einem Firmenkonsortium heraus entwickelt worden. Die Vorgehensweise zeigt Parallelen zur Gemeinschaftsentwicklung der Feldbusse Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts. Aus der Einsicht heraus, dass gemeinsam besser als einsam ist, haben Wettbewerber zusammen einen Standard entwickelt, der kundenfreundlich und plattform-übergreifend funktionieren soll. Dieses Buch möchte dem geneigten Leser die Mittel an die Hand geben, um bei der Lektüre der gerade entstehenden IO-Link-Produkte vergleichen zu können und den Durchblick zu behalten. Für Entwickler, Programmierer und Anwender gibt es tiefergehende Erläuterungen, die so ausführlich in der Spezifikation nicht vorkommen.

In diesem Sinne wünschen viel Spaß bei der Lektüre

Peter Wienzek

Joachim R. Uffelman

Essen/Kressbronn, im November 2010



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	V
Inhaltsverzeichnis .....	VII
1      Einleitung .....	1
1.1    Einführung in das Thema .....	1
1.1.1   Parallele Signalübertragung .....	3
1.1.2   Serielle Signalübertragung .....	3
1.2    Historie – ein Blick zurück .....	5
1.2.1   Drehzahlregelung im Wandel der Zeit .....	5
1.2.2   Zentral oder dezentral? .....	8
1.3    Vom Grenzwertschalter zum intelligenten Sensor .....	9
1.3.1   Mechanische Lösungen .....	9
1.3.2   Elektronische Lösungen .....	10
1.3.3   Intelligente Sensoren .....	12
1.4    Der Feldbuskrieg der 90er Jahre .....	14
1.4.1   Der offene Feldbusstandard .....	15
1.4.2   Der universelle Feldbus .....	15
1.4.3   Ende des Feldbuskrieges? .....	16
1.5    Lösungsansätze aus Sensorsicht .....	18
1.5.1   Sensoren mit Multipolanschluss .....	18
1.5.2   Sensoren mit Blackbox .....	18
1.5.3   Sensoren mit Analogausgang und Datenmodulation (HART-Protokoll) .....	19
1.5.4   Sensoren mit Busanschluss (AS-Interface, CC-Link, SDS) ....	19
1.6    Lösungsansätze aus Aktuatorsicht .....	20
1.7    Das Zusammenwachsen von Sensorik und Aktuatorik .....	21
1.8    Sicherheitskonzepte .....	22
1.9    Ist IO-Link ein Feldbus? .....	22
1.10   Die Motivation zur Entwicklung einer neuen Geräteschnittstelle .....	24
2      Die Idee hinter IO-Link .....	26
2.1    Historie der kommunikativen Automatisierung .....	26
2.2    Erste Sensorschnittstellen .....	27
2.3    Anforderungen an intelligente Sensoren .....	30
2.4    IO-Link als konsequente Weiterentwicklung .....	32
3      Die Grundlagen von IO-Link .....	34
3.1    Die geniale Idee .....	34



3.2	Die IO-Link-Schnittstelle . . . . .	34
3.3	Die IO-Link-Physik . . . . .	35
3.4	Die IO-Link-Kommunikation . . . . .	35
3.5	Das IO-Link-Telegramm . . . . .	36
3.6	Die IO-Link-Topologie . . . . .	38
3.7	Der IO-Link-Master . . . . .	38
3.8	IO-Link-Geräte . . . . .	40
3.8.1	IO-Link-Sensoren . . . . .	40
3.8.2	IO-Link-Aktuatoren . . . . .	40
3.8.3	IO-Link-Hybridgeräte . . . . .	41
3.9	IO-Link-Zykluszeit . . . . .	41
3.10	IO-Link-Geschwindigkeiten . . . . .	42
3.11	(Feld-)Module mit IO-Link-Ports . . . . .	42
3.12	Das Konzept IO-Link – Eine Zusammenfassung . . . . .	44
3.13	Das Konzept IO-Link – Aspekte aus Anwendersicht . . . . .	47
3.13.1	IO-Link für Sensor-/Aktuatorhersteller . . . . .	47
3.13.2	IO-Link für Maschinenbauer . . . . .	47
3.13.3	IO-Link für Anlagenbetreiber . . . . .	48
3.13.4	IO-Link für Projektente . . . . .	48
3.13.5	IO-Link für Wartungspersonal . . . . .	48
3.13.6	IO-Link fürs Top-Management . . . . .	49
3.13.7	IO-Link für Einkäufer . . . . .	49
3.13.8	IO-Link für Elektriker . . . . .	49
3.13.9	IO-Link für Software-Entwickler . . . . .	50
3.13.10	IO-Link für Qualitätsmanagement . . . . .	50
4	Ähnliche Systeme . . . . .	51
4.1	Der Pionier: HART-Protokoll . . . . .	51
4.2	Der Busfähige: AS-Interface (AS-i) . . . . .	52
4.3	Die Regionalen: CompoNet & Co. . . . .	53
4.4	Herstellerspezifische Schnittstellen . . . . .	53
4.5	Vergleich der Systeme . . . . .	54
5	Systemarchitektur . . . . .	56
5.1	Top-Down oder Bottom-Up . . . . .	57
5.2	IODD als Grundvoraussetzung für transparente Kommunikation . . . . .	57
5.3	Systemhoheit . . . . .	58
5.4	Durchgängigkeit in der Automatisierungspyramide: Ist Plug-and-Play ein Traum oder Trauma? . . . . .	58

5.5	Feldbuseinbindung . . . . .	58
5.5.1	IO-Link und Profibus/Profinet . . . . .	59
5.5.2	IO-Link und Ethercat . . . . .	59
5.5.3	IO-Link und AS-Interface . . . . .	59
5.5.4	Weitere Feldbusse . . . . .	60
5.5.5	IO-Link und IO-Link . . . . .	62
5.6	IO-Link-Geräte in der Praxis . . . . .	63
5.6.1	IO-Link-Master . . . . .	64
5.6.2	IO-Link-Master mit besonderer Funktionalität . . . . .	64
5.6.3	IO-Link-Gateways . . . . .	65
5.6.4	IO-Link-Projektierungstools . . . . .	65
5.6.5	IO-Link-Devices, allgemein . . . . .	66
5.6.6	IO-Link-Sensoren, klassisch . . . . .	66
5.6.7	IO-Link-Sensoren mit Zusatzfunktionen . . . . .	68
5.6.8	IO-Link-Ein-/Ausgabemodule . . . . .	68
5.6.9	IO-Link-Motorstarter . . . . .	68
5.6.10	IO-Link-Ventilanschlaltungen . . . . .	70
5.6.11	IO-Link-Ventile . . . . .	70
5.6.12	Weitere Aktuatoren . . . . .	70
6	Applikationen . . . . .	73
6.1	Maschinenbau, Fördertechnik . . . . .	73
6.2	Sondermaschinenbau . . . . .	76
6.3	Werkzeugmaschinenbau . . . . .	79
6.4	Fahrzeugbau . . . . .	80
6.5	Prozesstechnik . . . . .	81
6.6	Sonstige Applikationen . . . . .	84
7	IO-Link im Detail . . . . .	85
7.1	Leistungsmerkmalen . . . . .	86
7.2	Datenphysik (Übertragungsmedium) . . . . .	87
7.3	Kommunikationsaufbau/Anlaufphase . . . . .	92
7.4	IO-Link/SDCI-Framestruktur . . . . .	97
7.4.1	Telegrammaufbau Master . . . . .	98
7.4.2	Telegrammaufbau Device . . . . .	100
7.4.3	Frametypen und die Verwendung . . . . .	101
7.5	Datenkanäle . . . . .	108
7.5.1	Prozessdatentransfer . . . . .	108
7.5.2	Servicedaten und Datentransfer . . . . .	112
7.5.3	Diagnosedaten und Datentransfer . . . . .	114
7.6	Datenraten . . . . .	117

7.7	Datenübertragungszeiten. . . . .	118
7.8	Kompatibilität . . . . .	133
7.8.1	Kompatibilität zu Digital- und Analogwerten. . . . .	133
7.8.2	Kompatibilität der Spezifikationsstände 1.0 und 1.1 . . . . .	134
7.8.3	Kompatibilität von angekündigten Geräten zu Tauschgeräten . . . . .	135
7.9	Unterschiede von Spezifikation 1.0 zur Spezifikation 1.1 . . . . .	136
7.9.1	Eventhandling . . . . .	136
7.9.2	Frametypen . . . . .	136
7.9.3	Prozessdatengültigkeit. . . . .	138
7.10	Datenstrukturen . . . . .	138
7.11	Datenzugriffe (ISDU) . . . . .	138
8	Herstellerübergreifende Standardparameter . . . . .	140
8.1	Aufbau und Inhalte der Parameterpage. . . . .	140
8.1.1	Erklärung der Einzelparameter. . . . .	144
8.2	Erweiterte IO-Link-Parameter . . . . .	150
8.2.1	Erklärung der Einzelparameter. . . . .	155
8.2.1.1	System Parameter . . . . .	155
8.3	Device-Parametrierung . . . . .	165
8.3.1	Einzelparametrierung . . . . .	165
8.3.2	Blockparametrierung. . . . .	166
9	IO-Link-Diagnose . . . . .	168
9.1	Diagnosemeldungen mit Event . . . . .	169
9.1.1	IO-Link-spezifische Diagnosen. . . . .	174
9.2	Diagnosemeldungen auf Read- oder Writeservices . . . . .	176
9.3	Abgeleitete Diagnosemeldungen auf Read- oder Writeservices . . . . .	182
10	Master Portkonfiguration. . . . .	186
10.1	Allgemeines . . . . .	186
10.2	Betriebszustände eines Ports. . . . .	187
10.2.1	IO-Link-Port Inaktive . . . . .	188
10.2.2	Digital Input (DI) . . . . .	188
10.2.3	Digital Output (DO). . . . .	189
10.2.4	IO-Link (SDCI) . . . . .	189
10.2.5	Scan-Mode. . . . .	189
10.2.6	Digital Input Mode mit IO-Link Access (Virtual port mode DIwithSDCI). . . . .	190
10.3	Portzyklus . . . . .	191



Technologie  
Management Gruppe  
**Technologie und Engineering**

## **TMG TE GmbH | Technologie Management Gruppe Technologie und Engineering GmbH**

Die TMG Technologie und Engineering GmbH ist einer der führenden Dienstleister in der industriellen Kommunikationstechnik insbesondere bei IO-Link. Wir unterstützen darüber hinaus die Technologien PROFINET, PROFIBUS, EtherNet/IP und andere Feldbus und Ethernet Systeme. Wir integrieren diese Technologien in die Geräte und Systeme unserer Kunden. Für das Geräteengineering auf dem PC erstellen wir Gerätebeschreibungen und Software wie IODD, EDD, DTM oder TCI-Tools.



### **Wir beherrschen Technologien. Und realisieren diese für Sie.**

We make technology  
work for you.

TMG ist Mitglied des IO-Link Konsortiums, akkreditiertes Competence Center für IO-Link, Mitglied im Steering Committee von IO-Link und arbeitet in den wesentlichen Arbeitskreisen von IO-Link mit. TMG verfügt über eigene IO-Link Technologie und hat auch mit seinen Entwicklungen wesentlich die Interoperabilität und Qualität von IO-Link vorangetrieben.

TMG verfügt über eigene Master- und Device-Stacks sowie Device Engineering Tools (IODD Interpreter). Dabei unterstützen wir jeweils die vollständige Funktionalität auf dem neuesten Stand der Technologie und Spezifikation. Bei uns ist **IO-Link Version 1.1** bereits verfügbar. Dabei benötigt insbesondere unser Device Stack extrem wenig Ressourcen (ROM/RAM).

TMG bietet das IO-Link Device Test System an, das für die Herstellererklärung bei IO-Link vorgeschrieben ist und hat im Auftrag des Konsortiums den IODD Checker zum Test der IO-Link Gerätebeschreibung entwickelt. Ein USB IO-Link Master zur Bedienung von IO-Link Devices für Vertrieb und Service, sowie als Entwicklungsunterstützung ist ebenfalls verfügbar.

## **TMG TE GmbH | Technologie Management Gruppe Technologie und Engineering GmbH**

Pfintzalstraße 90 | 76227 Karlsruhe | Deutschland  
Tel: +49 721 82806-0 | Fax: +49 721 82806-10  
info@tmg-karlsruhe.de | www.tmg-karlsruhe.de

10.3.1	Free Running. . . . .	191
10.3.2	FixedValue. . . . .	192
10.3.3	Framesynchron . . . . .	192
10.4	CycleTime . . . . .	194
10.5	PDConfig . . . . .	194
10.5.1	Prozessdatenlänge Input . . . . .	194
10.5.2	Position Input Daten im Gateway . . . . .	194
10.5.3	Position Input Daten im Device-Datenabbild . . . . .	194
10.5.4	Prozessdatenlänge Output . . . . .	195
10.5.5	Position Output Daten im Gateway . . . . .	195
10.5.6	Position Output Daten im Device-Datenabbild . . . . .	195
10.5.7	Bus-seitige Prozessdateneinstellungen . . . . .	197
10.6	Device-Identification . . . . .	197
10.6.1	VendorID . . . . .	198
10.6.2	DeviceID . . . . .	198
10.6.3	SerialNumber . . . . .	199
10.6.4	Härtegrad der Konfigurationsprüfung . . . . .	199
10.6.5	Beispiel zum Ablauf der Validierung . . . . .	200
10.7	Überprüfung der Konfiguration . . . . .	201
10.8	Offset Time . . . . .	202
10.9	Inbetriebnahme (Projektierung und Konfiguration) . . . . .	203
10.9.1	Ansatz der freien Device-Suche . . . . .	204
10.9.2	Ansatz der vorgegebenen Projektierung . . . . .	204
10.10	Datenhaltung . . . . .	205
10.10.1	Idee der Datenhaltung . . . . .	205
10.10.2	Konfiguration der Datenhaltung (DataStorageConfig) . . . . .	207
10.10.3	Datenhaltung Device . . . . .	211
10.10.4	Datenhaltung Master . . . . .	212
10.10.5	Datenhaltung mit Anwenderprogramm/SPS . . . . .	213
10.10.6	Beispiel Datenhaltung FDT . . . . .	214
11	Aufbau eines IO-Link-Interface . . . . .	216
11.1	Aufbau des Interface im Device . . . . .	216
11.1.1	Funktion des Device-Interface . . . . .	218
11.1.2	Parameterdaten zum Device-Interface . . . . .	218
11.2	Aufbau des Interface im Master . . . . .	219
11.2.1	Funktion des Master-Interface . . . . .	220
11.2.2	Parameterdaten zum Master-Interface . . . . .	220
12	Analyse- und Diagnosetools und Maßnahmen . . . . .	222
12.1	Tools zur Diagnose . . . . .	222

12.2	Qualitätstools . . . . .	223
12.3	Analyse von Parametersätzen . . . . .	224
12.4	Device-Tausch / Master-Tausch . . . . .	224
12.4.1	Device-Tausch . . . . .	224
12.4.2	Statuserhöhung / Austauschgerät . . . . .	225
12.4.3	Nachfolgeberäte / Ersatz für abgekündigte Geräte . . . . .	225
12.4.4	Master-Tausch. . . . .	226
13	Planung, Inbetriebnahme und Service in der Praxis . . .	228
13.1	Praktische Tipps zur Planung, Entwicklung und Konstruktion. . . . .	228
13.1.1	Steuerung . . . . .	228
13.1.2	Busmaster . . . . .	229
13.1.3	Konfigurationssoftware . . . . .	229
13.1.4	Geschwindigkeiten. . . . .	230
13.1.5	Devices, IODDs . . . . .	231
13.1.6	Analogwerte . . . . .	234
13.1.7	IO-Link als Verdrahtungssystem . . . . .	235
13.2	Praktische Inbetriebnahme . . . . .	236
13.2.1	Inbetriebnahme am Beispiel AS-Interface-Module mit IO-Link-Master . . . . .	236
13.2.2	Inbetriebnahme am Beispiel Profibus-Module mit IO-Link-Master . . . . .	239
13.2.3	Inbetriebnahme eines IO-Link-Sensors . . . . .	240
13.2.4	Inbetriebnahme eines IO-Link-Aktuators. . . . .	242
13.2.5	Inbetriebnahme eines IO-Link-Modules. . . . .	243
13.3	Service, Wartung, Troubleshooting . . . . .	245
13.3.1	Service. . . . .	245
13.3.2	Wartung . . . . .	245
13.3.3	Troubleshooting . . . . .	246
14	Input Output Device Description (IODD) . . . . .	247
14.1	IODD-Beschreibung . . . . .	247
14.2	Die IODD im Detail . . . . .	248
14.3	Der IODD-Checker . . . . .	249
14.4	Interpretertools . . . . .	249
14.5	IODD und was nun? . . . . .	250
14.5.1	IODD-Interpreter und DTM (IODD-DTM) . . . . .	250
14.5.2	Einbindung der IODD in die Anlagenkonfiguration . . . . .	251
14.5.3	Starten des Konfiguratortools . . . . .	251
14.5.4	IODD Import . . . . .	252

14.5.5	Parametrierung . . . . .	253
14.5.6	Prozessdaten beobachten . . . . .	253
15	IO-Link-Datenstandardisierung (Profil) . . . . .	256
15.1	Allgemeine Grundlagen zur Standardisierung (Profil) . . . . .	257
15.1.1	Standardisierungsvorbereitungen . . . . .	258
15.2	Der Smart Sensor-Standard (Profil) . . . . .	259
15.2.1	Messwerte in Standardisierungen . . . . .	259
15.3	Prozessdatenmapping innerhalb des Smart Sensor (Profils) . . . . .	260
15.4	Prozessdatenbeschreibung in Standardisierungen . . . . .	261
15.4.1	Beschreibung der Input-Daten im standardisierten (Profil) Fall. . . . .	262
15.5	Standardisierungsforderungen . . . . .	262
15.6	Binärdatenkanal . . . . .	263
15.6.1	Single Point Mode . . . . .	263
15.6.2	Window Mode . . . . .	265
15.6.3	Two Point Mode. . . . .	266
15.6.4	Standardisierte Indexräume (Profil). . . . .	266
15.7	processDataVariable PDV . . . . .	269
15.8	SensorDiagnosis in der Standardisierung . . . . .	270
15.9	TeachChannel . . . . .	271
16	Herstellererklärung . . . . .	273
16.1	Qualität der Herstellererklärung . . . . .	273
16.2	Aufbau der Herstellererklärung. . . . .	273
17	Ausblick . . . . .	275
17.1	Chip-Integration . . . . .	275
17.2	IO-Link goes wireless. . . . .	276
17.3	Medium, Leitungslängen, Geschwindigkeiten . . . . .	277
17.4	Mehr Teilnehmer pro Master. . . . .	278
17.5	Neue Bauformen . . . . .	278
17.6	IO-Link goes Web. . . . .	279
17.6.1	Kurzfristig: Datenkonzentration . . . . .	279
17.6.2	Mittelfristig: Webserver . . . . .	279
17.7	IO-Link 2.0. . . . .	280
	Begriffe und Abkürzungen. . . . .	283
	Quellenangaben. . . . .	291