

1 Inhaltsverzeichnis

1 Die Idee hinter IO-Link	01
2 Intelligente Sensorik und Aktorik in der Automatisierungstechnik	05
2.1 Der elektronische Sensor – Industrie 3.0	07
2.2 Der „Feldbuskrieg“ der 1990er Jahre und die Automatisierungspyramide	08
2.3 Der intelligente Sensor?	13
2.3.1 Erste Lösungsansätze für den intelligenten Sensor	17
2.3.2 Der Pionier: HART-Protokoll	20
2.3.3 Der Busfähige: Beispiel AS-interface (AS-i)	21
2.3.4 Herstellerspezifisch: Proprietäre Kommunikationsschnittstellen	22
2.4 IO-Link als weltweiter Standard für intelligente Sensorik und Aktuatorik	23
2.4.1 IO-Link als geniale Idee	25
2.4.2 Verbindung mit Aktuatoren	32
2.4.3 IO-Link-Geräte – Beispiele	36
2.5 IO-Link in der Automatisierungstechnik – eine Zusammenfassung ...	43
3 IO-Link und Industrie 4.0	49
3.1 Industrie 4.0 – die angekündigte Revolution	49
3.2 Entwicklung der Informationspyramide	51
3.3 Das cyber-physikalische Produktionssystem (CPPS)	57
3.4 Verknüpfung von IO-Link mit Industrie 4.0	60
3.4.1 Das Datenvolumen	65
3.4.2 Der Y-Weg – Umgehung der SPS	67
3.4.3 Schnittstellen und Cloud-Architektur – Auflösung der Informationspyramide	68
3.5 Monetarisierung von IO-Link-Daten	74
3.5.1 Unternehmensinterne Monetarisierung	74
3.5.2 Schritte zur Nutzung von IO-Link-Daten	75

4	IO-Link aus Anwendersicht	79
4.1	IO-Link für Sensor-/Aktuatorhersteller	79
4.2	IO-Link für Maschinenbauer – Remote Services 2.0.	82
4.2.1	IO-Link für Konstruktion und Entwicklung	83
4.2.2	IO-Link für Einkauf und Produktion	85
4.2.3	IO-Link für After-Sales-Services	86
4.3	IO-Link für das produzierende Unternehmen	87
4.3.1	IO-Link für die Instandhaltung und Maschinenbedienung	88
4.3.2	IO-Link für das Qualitätsmanagement	91
4.4	IO-Link fürs Top-Management – Zusammenfassung der Vorteile.	91
5	IO-Link – Beispielapplikationen in unterschiedlichen Branchen	95
5.1	Applikationen in der Elektronikfertigung	95
5.1.1	Applikationsbeispiel RFID in der Elektronikfertigung	95
5.1.2	Applikationsbeispiel Energieüberwachung in der Elektronikfertigung	98
5.2	Applikationen im Maschinenbau	102
5.2.1	Applikationsbeispiel Fördertechnik	103
5.2.2	Applikationsbeispiel Werkzeugmaschinenbau	106
5.2.3	Applikationsbeispiel Sondermaschinenbau	109
5.2.4	Applikationsbeispiel mobile Arbeitsmaschinen	112
5.2.5	Applikationsbeispiel Gießereimaschine	116
5.2.6	Applikationsbeispiel Windenergieanlage	119
5.3	Applikationen bei produzierenden Unternehmen	122
5.3.1	Applikationsbeispiele diskrete Fertigung	122
5.3.2	Applikationsbeispiel Automobilindustrie/Schweißen	123
5.3.3	Applikationsbeispiele Prozessindustrie	126
5.3.4	Applikationsbeispiel Prü fzellen für Elektrowerkzeuge	132
5.3.5	Sonstige Applikationen.	137
5.4	IO-Link und Industrie 4.0 als Nachrüstlösung.	138
5.4.1	Nachrüstung von IO-Link an einer Fördertechnik für die Stahlproduktion.	138
5.4.2	Nachrüstung von IO-Link an einem Wasserkraftwerk	141
5.5	Zusammenfassung der Kunden-/Applikationsvorteile	145
6	Planung, Inbetriebnahme und Service in der Praxis	149
6.1	IO-Link in a Nutshell	149
6.2	Praktische Tipps zur Planung, Entwicklung und Konstruktion	153

6.2.1	Von Devices, IODDs und der richtigen Geräteauswahl	154
6.2.2	Busmaster, IO-Link-Master und IO-Link-Multi-Master.	156
6.2.3	Konfigurationssoftware für IO-Link-Master und -Devices	162
6.2.4	IO-Link-Anbindung an die Steuerung.	164
6.2.5	Von Geschwindigkeiten und Zykluszeiten	167
6.2.6	Von Analogwerten zu Messwerten.	169
6.2.7	IO-Link als Verdrahtungssystem.	171
6.2.8	Stromverteilkonzepte und Absicherung	173
6.3	Praktische Tipps zur Installation und Inbetriebnahme	182
6.3.1	Inbetriebnahme am Beispiel AS-Interface-Module mit IO-Link-Master	182
6.3.2	Inbetriebnahme am Beispiel PROFINET-Module mit IO-Link-Master	184
6.3.3	Inbetriebnahme eines IO-Link-Sensors	186
6.3.4	Inbetriebnahme eines IO-Link-Aktuators	190
6.3.5	Inbetriebnahme eines IO-Link-Moduls	191
6.4	Praktische Tipps zu Wartung, Service, Troubleshooting.	193
6.4.1	Geräteaustausch	193
6.4.2	Service	193
6.4.3	Wartung	194
6.4.4	Troubleshooting	194
6.5	Der Y-Weg für Planung, Inbetriebnahme und Service.	195
6.5.1	Der Y-Weg mit einer IP-Adresse auf einer Feldbusstrecke	195
6.5.2	Der Y-Weg mit getrennten IP-Adressen für Feldbus und Infrastruktur	196
6.5.3	Der rechte Pfad: Daten vom Sensor in die Cloud	198
6.5.4	Aspekte des Y-Weges	198
6.5.5	Der Y-Weg zu Industrie 4.0.	199
7	IO-Link Wireless – der industrielle Funk für kurze Distanzen.	201
7.1	Warum noch ein Funksystem	202
7.1.1	Funknetzwerke im Einsatz	206
7.1.2	Kurze Historie von IO-Link Wireless.	208
7.1.3	Technologie-Anforderungen an IO-Link Wireless.	210
7.2	Praktische Unterschiede IO-Link Wireless vs. IO-Link	212
7.2.1	Gerätescan.	213
7.2.2	Das Pairing und Unpairing	213
7.2.3	Das Roaming	214

7.2.4	40 Geräte pro Master/3 Master pro Funkzelle	214
7.2.5	Übertragungs- und Bewegungsgeschwindigkeit	215
7.2.6	Übertragungssicherheit	215
7.3	Anwendungsvorteile: Ein einheitliches Ökosystem	215
7.3.1	Einfacher Einstieg in IO-Link Wireless mit Bridge	216
7.3.2	Der IOLW-Master als Feldbusteilnehmer	217
7.3.3	Der IOLW-Master als Edge-Gateway	219
7.4	IO-Link Wireless in a Nutshell	219
7.5	IO-Link Wireless Applikationen	219
7.5.1	Wechselwerkzeuge.	219
7.5.2	Montagestationen und Drehtische	220
7.5.3	Roboterarme und -greifer.	220
7.5.4	Dezentrale Energiemessung in einer Produktion	221
7.5.5	Intelligente Fördertechnik und Smart Shuttles	221
7.5.6	Rotierende Objekte, Wälzlager, Spannvorrichtungen.	222
7.5.7	Linearroboter	222
7.5.8	IIoT – vom drahtlosen Sensor in die Cloud	222
8	IO-Link Safety: Sicher bis zum letzten Meter.	225
8.1	Funktionale Sicherheit: Menschen vor Maschinen schützen	226
8.1.1	Sichere Industrieprotokolle.	227
8.1.2	Warum sichere Sensoren mit IO-Link?.	230
8.1.3	Sichere Aktuatoren – ein Paradigmenwechsel.	231
8.1.4	Sichere Ein-/Ausgabemodule.	233
8.1.5	IO-Link Safety-Master	234
8.1.6	IODD für IO-Link Safety-Devices	236
8.2	Sicherheitsziele und Risikobewertung	236
9	IO-Link-Ausblick: Edge Computing.	239
9.1	IO-Link fordert Edge	241
9.2	Neue Geschäftsmodelle mit IO-Link und Edge Computing	244
9.3	Industrial IoT-Plattformen oder Beginn der „Plattformkriege“?.	246
9.4	IO-Link, Edge und Cloud – Offene Architektur	248
9.4.1	Open Edge Connectivity.	251
9.4.2	Open Edge Computing.	253
9.4.3	Open Operator Cloud Platform	254
9.4.4	Common Cloud Central	256
9.5	Wireless – wo in der Industrie 4.0-Architektur?.	256

9.5.1	Wireless der 1. Stufe: Device bis Edge	258
9.5.2	Wireless der 2. Stufe: Edge bis Cloud	258
9.5.3	Charakteristiken von 5G	262
9.6	IO-Link und Industrie 4.0 Security	263
9.7	Ein Industrie 4.0 Anwendungsfall mit IO-Link	272
10	Rückblick und Ausblick	275
10.1	Rückblick auf die vergangenen zwei Jahre	275
10.2	Ein Blick in die nahe Zukunft	279
10.2.1	IO-Link auf anderen Physiken	279
10.2.2	Ethernet und IO-Link im Verbund	279
10.2.3	IO-Link Wireless zur Lokalisierung und mit Mobilfunk	281
10.2.4	IO-Link Security für die Datensicherheit	281
10.2.5	IO-Link als Industrie 4.0-Standard und USB-Schnittstelle der Automation	282
	Literaturverzeichnis	283
	Abkürzungs- und Akronym-Verzeichnis	287
	Inserentenverzeichnis	297