

IO-Link – die USB-Schnittstelle für die Sensor-Aktor-Ebene

Der neue Installations-Standard für die Maschinenebene im praktischen Einsatz

Dr. Gerhard Drunk, xpertgate GmbH & Co. KG und Albert Feinäugle, Balluff GmbH

Sucht man im Maschinenbau nach Verbesserungspotential für Kostensenkung und Nutzensteigerung, kommt man schnell auf die Installationstechnik an der Maschine. Signale zwischen Sensoren, Aktoren und Steuerung müssen auf ihrem Weg einen regelrechten Hürdenlauf durch einadrige und mehradrige, geschirmte sowie ungeschirmte Kabel, Reihenklammern, Steckverbinder, Anschaltbaugruppen, Gateways und IO-Baugruppen zurücklegen. Ein enormer Aufwand für Elektromontage, Inbetriebnahme und Installationsmaterial ist die Folge. Hier bietet der neue Standard IO-Link eine verblüffend einfache und kostengünstige Lösung.

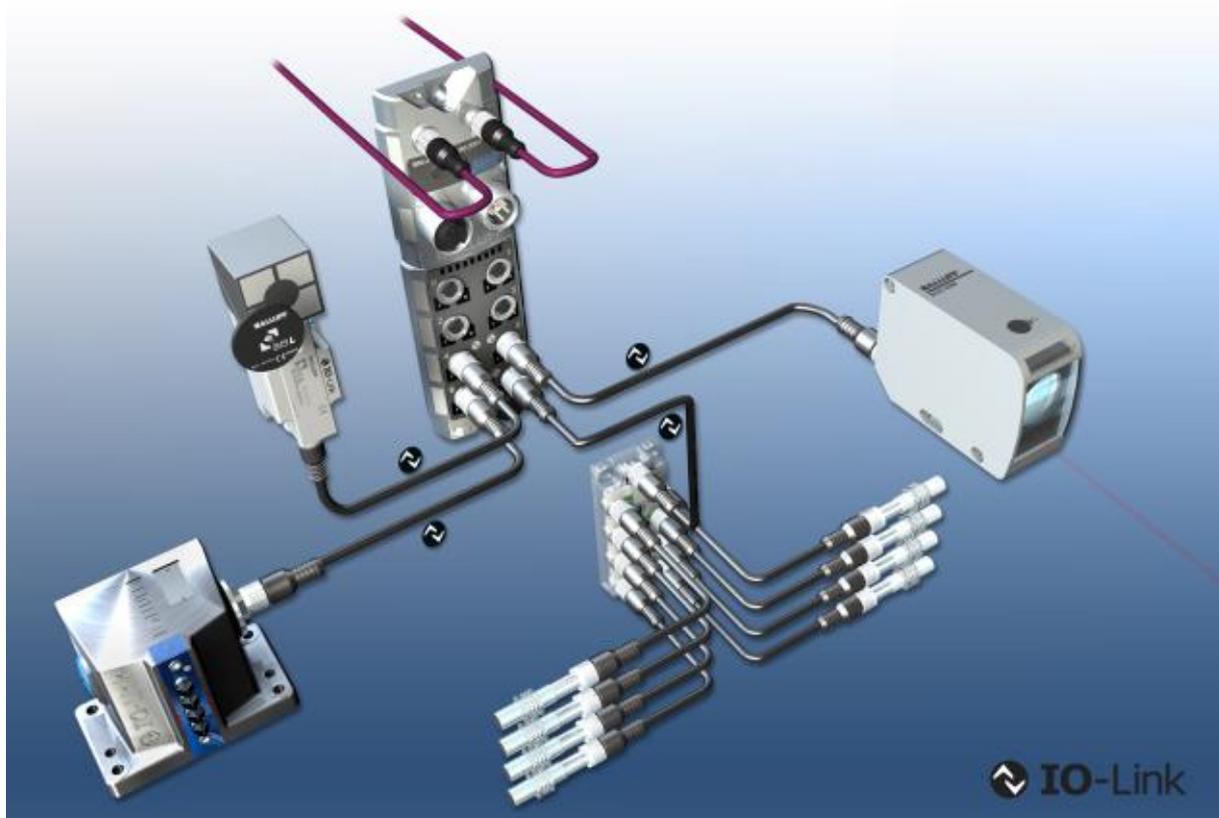


Bild 1:

IO-Link ermöglicht den kostengünstigen Anschluss aller Arten von Sensoren und Aktoren – vom binären Standardsensor bis zum kommunikationsfähigen Gerät (Bild: Balluff GmbH)

Am besten lässt sich IO-Link mit der USB-Schnittstelle vergleichen. Beide sind kostengünstige serielle Punkt-zu-Punkt-Verbindungen für die Signal- und Energieübertragung und eignen sich für den Plug-and-Play-Betrieb. USB hat sich als Standard für den gleichermaßen schnellen wie kostengünstigen Anschluss von Computer-Peripherie durchgesetzt. IO-Link hat beste Voraussetzungen, zukünftig eine ähnliche Rolle als Installationssystem zum Anschluss von Sensoren, Aktoren, Bedien- und Anzeigeelementen im Maschinenbau zu erobern. Abwärtskompatibilität zu nicht IO-Link-

fähigen Standardsensoren, Unempfindlichkeit gegen Störeinflüsse sowie die Verwendung ungeschirmter Standard-Dreidrahtleitungen berücksichtigen die spezifischen Anforderungen der Branche.

Schwerpunkt dieses Beitrags ist die Darstellung von Einsatzmöglichkeiten und Einsatzvorteilen von IO-Link für den Maschinenbau sowie für Maschinenbetreiber in Anlagenplanung und Betriebsmittelbau, gegliedert nach Schnittstellenarten und Anwendungsbeispielen. Vorangestellt ist eine kurze Einführung in die Technik.

1. Signalübertragung auf Maschinenebene als Aufgabenstellung für IO-Link

Die Signalübertragung zwischen Sensoren, Aktoren und der Steuerung ist bei komplexen Maschinen und Anlagen mit mehreren verketteten Stationen üblicherweise zweigeteilt. Klemmenkästen an den einzelnen Maschinen dienen als lösbare Schnittstelle zwischen vormontierter Einzelmaschine und ortsfester Installationstechnik in der Fabrikhalle. Der Klemmenkasten soll hier symbolisch als Schnittstelle zwischen Maschinenebene und Feldebene der Signalübertragung verstanden werden, auch wenn er zunehmend durch spritzwassergeschützte Anschaltbaugruppen ersetzt wird.

Für die Signalübertragung zwischen Klemmenkasten als Maschinenschnittstelle und zentraler Anlagensteuerung haben sich zahlreiche genormte Feldbussysteme als Alternative zur Einzelverkabelung bewährt. Im Gegensatz dazu bleibt die Signalübertragung an der Maschine zwischen Sensoren, Aktoren und Klemmenkasten unbefriedigend gelöst. Sensor-Aktor-Busse erwiesen sich bisher nur in Nischenanwendungen als wirtschaftliche Lösung.

Ein Blick unter die Maschinenverkleidung zeigt, dass z. B. bei Montageanlagen der Platzbedarf für Verkabelung und Schaltkästen der Elektroinstallation häufig den Bauraum der Handhabungsmechanik überschreitet. Die Kosten für Arbeitszeit und Material der Signalübertragung an der Maschine übersteigen fast regelmäßig die Beschaffungskosten von angeschlossenen binären Sensoren und Aktoren. Wegen der aufwändigen Verkabelung wird oft von vornherein versucht, den Einsatz von messenden Sensoren mit Analogsignalen oder seriellen Schnittstellen, mehrkanaligen parametrierbaren Sensoren oder Geräten mit Diagnosefunktionen zu vermeiden.

Der neue Standard IO-Link bietet sowohl für die Signalübertragung an der Maschine als auch für die Kommunikation mit intelligenten Sensoren und Aktoren eine verblüffend einfache und kostengünstige Lösung.

2. Einordnung von IO-Link

Der Standard IO-Link beschreibt eine serielle Punkt-zu-Punkt-Verbindung für die Signalübertragung von Sensoren und Aktoren bis zum Klemmenkasten an der Maschine. IO-Link ist abwärtskompatibel zu binären Standardsensoren durch Verwendung der ungeschirmten Dreidrahtleitungen von Standard-Sensoren sowie durch unterschiedliche Betriebsmodi der Kommunikationssoftware.

In Abgrenzung zur Feldebene, welche die einzelnen Maschinen und die Steuerung einer Anlage verbindet, ist IO-Link also der Maschinenebene, die auch als Sensor-Aktor-Ebene bezeichnet wird, zuzuordnen. Der Feldebene zuzuordnen sind die überwiegende Mehrzahl der standardisierten Feldbusse welche im Maschinen- und Anlagenbau Einsatz finden. Beispiele für verbreitete Feldbusse sind Profibus-DP, Interbus, DeviceNet und CANopen. Stark ansteigend sind auf Ethernet basierende Feldbusstandards wie Profinet, EtherNet/IP, EtherCAT und Ethernet Powerlink. Feldbusse eignen sich für große Entfernungen und

überbrücken oft mehrere 100 m zwischen den Teilnehmern und Gesamtentfernungen von teilweise über 10 km. Bis auf Ausnahmen sind diese leistungsfähigen Bussysteme auf Maschinenebene nicht wirtschaftlich einsetzbar.

Ebene	Feldebene (Kommunikation zwischen Maschinen und Anlagensteuerung)			Sensor-Aktor-Ebene (Kommunikation auf Maschinenebene zwischen Sensoren, Aktoren und „Klemmenkasten“)		
	Bus (Netzwerk / Party Line): Feldbus			Bus: Sensor-Aktor-Bus	Serielle Punkt-zu-Punkt-Verbindung	
Technische Basis	Spezifischer Standard	CAN-Bus	Ethernet	Spezifischer Standard	Geschirmtes Kabel	Ungeschirmte Dreidraht-Ltg.
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profibus-DP ▪ Interbus 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CANopen ▪ DeviceNet 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profinet ▪ EtherNet/IP ▪ EtherCat ▪ Ethernet Powerlink 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AS-Interface 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ RS-232 ▪ USB 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IO-Link

Bild 2:

IO-Link ist eine serielle Punkt-zu-Punkt-Verbindung für die Maschinenebene auf Basis einer ungeschirmten Dreidrahtleitung mit Abwärtskompatibilität für binäre und analoge Standardsensoren (Bild: xpertgate GmbH & Co KG)

Auf der Maschinenebene ist IO-Link als Punkt-zu-Punkt-Verbindung von Sensor-Aktor-Bussystemen wie dem AS-Interface abzugrenzen, bei welchen die Adressierung und Datenübertragung zwischen den Teilnehmer über eine gemeinsame Leitung erfolgt.

IO-Link ist eine serielle Schnittstelle zur gleichzeitigen Übertragung von Energieversorgung und Signalen über eine konventionelle Dreidrahtleitung. Im Gegensatz zu anderen seriellen Schnittstellen wie RS-232 oder USB benötigt IO-Link keine geschirmten Kabel und ist abwärtskompatibel für nicht IO-Link-fähige binäre Sensoren und Aktoren mit Dreidrahtanschluss.

Mit günstigen Kosten sowie gleichermaßen wirtschaftlicher Einsetzbarkeit sowohl bei einfachen binären als auch bei komplexen intelligenten Geräten erfüllt IO-Link alle Voraussetzungen, um sich als Standard-Schnittstelle für den Anschluss von Sensoren und Aktoren auf Maschinenebene durchzusetzen – in der Bedeutung vergleichbar mit der USB-Schnittstelle als Standard zum Anschluss von Computerperipherie.

3. Technische Übersicht zum IO-Link Standard

Kerngedanken bei IO-Link sind einerseits die Verwendung der bei binären Sensoren und Aktoren weit verbreiteten ungeschirmten Dreidrahtleitung für Signalübertragung und Energieversorgung sowie andererseits die Abwärtskompatibilität zu nicht IO-Link-fähigen Geräten.

Die Datenübertragung per IO-Link erfolgt grundsätzlich zwischen einem IO-Link-Master und einem angeschlossenen IO-Link-Gerät (Device) als Slave. Als IO-Link-Master stehen sowohl Feldbus-Anschaltbaugruppen als auch SPS-Schnittstellenbaugruppen zur Verfügung. Nicht

IO-Link-fähige Standardgeräte können entweder über spezielle Standard-IO-Ports oder über die kompatiblen IO-Link-Ports des Masters angeschlossen werden.

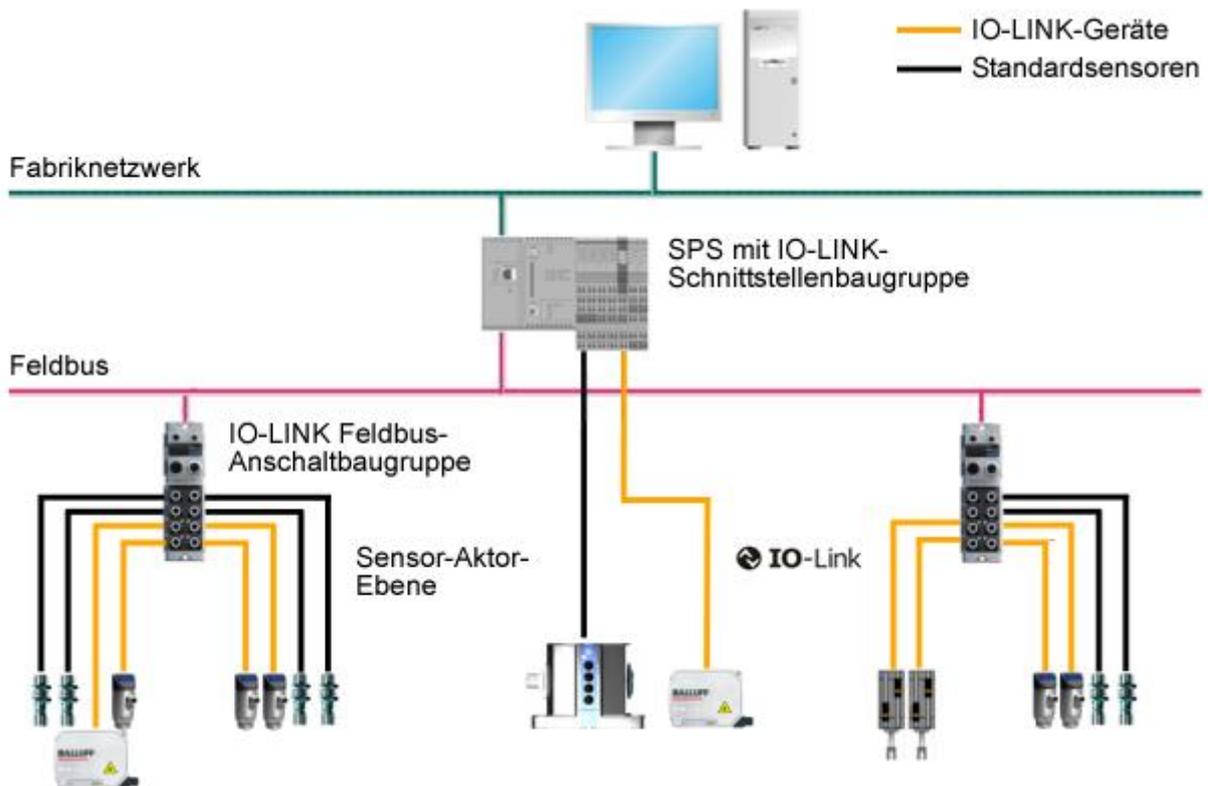


Bild 3: IO-Link-Geräte können über Feldbus-Anschaltbaugruppen oder SPS-IO-Baugruppen als IO-Link-Master angeschlossen werden (Bild: IO-Link-Konsortium, Balluff GmbH)

Die Abwärtskompatibilität der IO-Link-Ports wird von der IO-Link-Anschaltbaugruppe durch zwei unterschiedliche Betriebsmodi sichergestellt, dem IO-Link-Modus und dem Standard-IO-Modus (SIO). Bei der Initialisierung fordert die Anschaltbaugruppe das angeschlossene Gerät über ein „Wake up“-Signal zur Kommunikation im IO-Link-Modus auf. IO-Link-Geräte können aber auch nach der Initialisierung durch einen „Fall back“-Befehl programmgesteuert in den Standard-IO-Modus versetzt werden. Dieses kann z. B. sinnvoll sein, wenn nach einer Start-Parametrierung die IO-Link-Funktionalität eines Sensors nicht mehr benötigt wird und dieser nur noch Schaltsignale wie ein Standardsensor ausgeben soll.

Die Dreidrahtleitung binärer Sensoren und Aktoren enthält Leitungen für die 24 V-Spannungsversorgung (L+), die Masse (L-) und das Schaltsignal (Q). Bei IO-Link wird die Leitung für das Schaltsignal gleichzeitig für die serielle Kommunikation (C) mitgenutzt. Technisch handelt es sich um eine Halbduplex-Schnittstelle, bei der das Senden und Empfangen von Daten auf der Signalleitung (C/Q) nur nacheinander, aber nie zeitgleich erfolgen kann. Als de-facto-Standard werden M12-Steckverbinder eingesetzt. Die maximale Kabellänge für eine IO-Link Verbindung beträgt 20 m. Zur Energieversorgung stehen je angeschlossenem Gerät maximal 200 mA an Stromaufnahme zur Verfügung.

Durch 24 V-Pulsmodulation des C/Q-Signals erfolgt die serielle Datenübertragung. Für unterschiedliche Geschwindigkeitsanforderungen stehen die drei Datenübertragungsraten COM 1: 4.800, COM 2: 38.400 und optional COM 3: 230.400 Baud zur Verfügung. Die Daten

werden byteweise auf Basis des UART-Protokolls übertragen, mit einem Startbit, 8 Datenbits, einem Paritybit und einem Stoppbit.

Technische Eckdaten von IO-Link

- Serielle Punkt-zu-Punkt-Verbindung für Signalübertragung und Energieversorgung
- Abwärtskompatibel für schaltende Standard-PNP-Sensoren
- Zwei Betriebsmodi: Standard-I/O-Modus (SIO), IO-Link-Modus
- Bidirektionale Signalübertragung im Halbduplex-Betrieb
- 24 V-Pulsmodulation für serielle Kommunikation
- Drei Übertragungsraten: 4.800 (COM 1), 38.400 (COM 2), optional 230.400 Baud (COM 3)
- Ungeschirmte Dreidrahtleitung
- Steckverbinder M12: vierpoliger Stecker bei Sensoren, fünfpoliger Stecker bei Aktoren, fünfpolige Buchse bei Master
- Steckerbelegung: PIN 1: 24V, Pin 3: 0V, Pin 4: Schalt- und Kommunikationsleitung (C/Q)
- Kabellänge maximal 20 m
- Stromaufnahme für Energieversorgung maximal 200 mA
- Drei Parametriermöglichkeiten: automatisch über die Steuerung, manuell über Tool in SPS, oder über externes Tool z. B. PC mit einem USB IO-Link-Master

Bild 4:

Zusammenfassung der technische Eckdaten von IO-Link (Bild: xpertgate GmbH & Co. KG)

Die IO-Link-Spezifikation standardisiert drei Ebenen: Physical Layer (Phy), Data Link Layer (DLL) und Application Layer (AL). Über 16 standardisierte bidirektionale Telegrammtypen mit einer Länge von 4 bis 6 Bytes werden Prozessdaten und so genannte „On-Request Daten“ ausgetauscht. Prozessdaten sind z. B. Sensor-Messdaten und Aktor-Sollwerte. On-Request Daten sind Steuerbefehle, Parameterdaten der Gerätekonfiguration sowie Fehlermeldungen zur Diagnose.

Definiert werden im IO-Link-Standard auch Adressen für 12 Pflichtparameter und optionale herstellerspezifische Parameter. Zu den Pflichtparametern gehören z. B. vom IO-Link-Konsortium vergebene einmalige Identifikationsnummern für Hersteller und Gerät sowie Angaben zur Datenlänge und Zykluszeit. Dadurch werden eine automatische Erkennung der angeschlossenen Geräte und eine automatische Anpassung des Datenübertragungsprotokolls möglich.

Die anwendungsspezifische Parametrierung eines IO-Link-Geräts kann auf drei Arten erfolgen: über einen PC mit einem USB IO-Link-Master, über ein Software-Tool in der SPS-Steuerung oder programmgesteuert durch Funktionsbausteine der Anlagensteuerung.

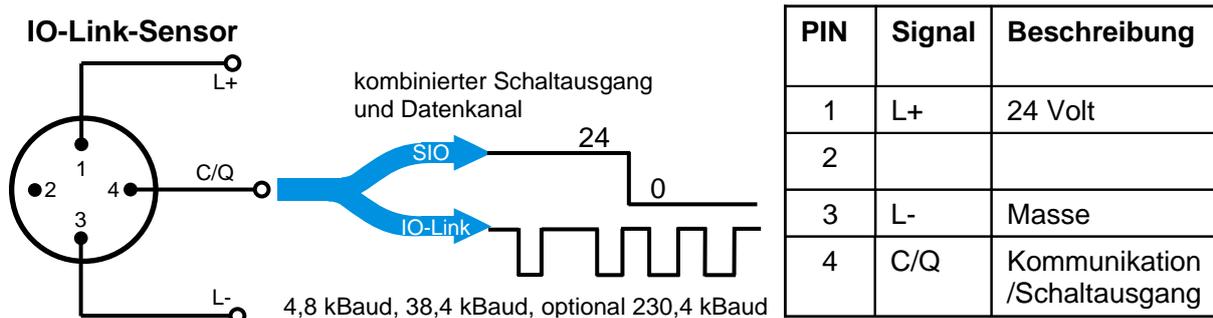


Bild 5:
Die Abwärtskompatibilität von IO-Link für Standardsensoren wird hardwareseitig durch die Nutzung des Sensor-Schaltausgangs für die serielle Datenübertragung ermöglicht (Bild: IO-Link-Konsortium)

Für vertiefende Informationen sei der interessierte Entwickler von IO-Link-Produkten auf die aktuelle Spezifikation und das IO-Link-Konsortium, siehe www.io-link.com, verwiesen. Die nachfolgenden Ausführungen konzentrieren sich auf die Darstellung der Anwendungsmöglichkeiten von IO-Link im Maschinenbau für Hersteller und Betreiber.

4. Einsatz und Einsatzvorteile von IO-Link

IO-Link ist nicht nur eine kommunikationsfähige Schnittstelle für komplexe Feldgeräte, sondern auch ein durchgängiges Installationssystem für alle Gerätetypen und Schnittstellenarten der Sensor-Aktor-Ebene.

Im gemischten Betrieb können Sensoren, Aktoren, Bedienelemente und Anzeigegeräte mit folgenden Schnittstellen angeschlossen werden:

- Klassische, nicht IO-Link-fähige Standard-Schnittstellen
 - Binäre Standard-I/O
 - Analoge Standard-I/O
- IO-Link-Schnittstelle als Alternative zu
 - Analogen sowie kombinierten analogen und binären Schnittstellen
 - Seriellen Schnittstellen RS-232 oder RS-422 / RS-485
 - Sensor-/ Aktor-Bus- oder Feldbus-Interface

Als Installationslösung für klassische, nicht IO-Link-fähige Sensoren werden spezielle Anschaltbaugruppen angeboten, die mehrere binäre oder analoge Standardsensoren zu einem einzigen IO-Link-Signal verdichten. Entsprechende Baugruppen für binäre und analoge Aktoren werden demnächst ebenfalls zur Verfügung stehen.

Der Einsatz von IO-Link bietet in erster Linie erhebliche Kostenvorteile für den Maschinenbau. Ein weiterer zentraler Vorteil ist die Beseitigung der Einsatzbarrieren für intelligente, parametrierbare und diagnosefähige Sensoren und Aktoren. Der Einsatz dieser sinnvollen Zusatzfunktionen scheidet bis heute weniger an den Gerätekosten, sondern vielmehr am hohen Installationsaufwand für zusätzliche Leitungen.

Geräteart	Vorteile als Installationssystem (mit Sensor- und Aktor-Hubs)	Vorteile durch IO-Link als Geräte-Schnittstelle
Binäre I/O	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzierter Installationsaufwand ▪ Geringere Anzahl binärer Feldbus-Anschaltebaugruppen 	
Analoge I/O	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzierter Installationsaufwand ▪ Geringere Anzahl analoger Feldbus-Anschaltebaugruppen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fortfall D/A- und A/D-Wandler in Gerät und Interface ▪ Fortfall geschirmter Leitungen ▪ Störungsunempfindliche Signalübertragung
Mixed Signal I/O (analoge und binäre I/O)		Zusätzliche Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fortfall Klemmenkasten für Aufspaltung Kabel nach I/O ▪ Reduzierter Aufwand für Schnittstellentreiber und Steckverbinder am Gerät
Mehrkanalige binäre I/O		Zusätzliche Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fortfall aufwendiger Parallelverdrahtung
Parametrierbare und diagnosefähige Geräte		Zusätzliche Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fortfall HMI am Gerät (z. B. Display, Taster) ▪ Kein mechanischer Zusatzaufwand an der Maschine für Zugänglichkeit der HMI ▪ Programmgesteuerte Parametrierung möglich ▪ Durchgängige Diagnose bis zum Gerät möglich
Kommunikationsfähige Geräte		Zusätzliche Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kostengünstige Alternative zu Feldbus und RS-232

Bild 6:

Für Hersteller und Betreiber von Maschinen und Anlagen ergeben sich durch IO-Link insbesondere bei den Kosten erhebliche Vorteile (Bild: xpertgate GmbH & Co. KG und Balluff GmbH)

4.1. Binäre Standard-I/O – Kostengünstiges Installationssystem

Da IO-Link abwärtskompatibel ist, können auch nicht IO-Link-fähige binäre Sensoren wie induktive Näherungsinhibitoren oder Reflexlichttaster per Dreidrahtleitung ohne Änderung und ohne Mehrkosten bei Sensor und Sensorkabel angeschlossen werden. Ein Anschluss ist sowohl über die Standard-IO-Ports von Feldbus-Anschaltbaugruppen als auch über die speziellen IO-Link-Ports möglich. Bei der Initialisierung erkennt der IO-Link-Master automatisch einen konventionellen Sensor und betreibt diesen dann im Standard-IO-Modus

(SIO). Ein gemischter Betrieb von Standard-Sensoren und IO-Link-Sensoren wird durch den IO-Link-Standard unterstützt.

Durch den Einsatz von IO-Link als Installationssystem können sich auch bei klassischen Binärsensoren deutliche Kosteneinsparungen ergeben. Für den Einsatz als Installationssystem werden so genannte IO-Link-Sensor-Hubs angeboten, die bis zu 16 binäre Sensoren mit einem Schaltausgang oder 8 Sensoren mit 2 Schaltausgängen zu einer einzigen seriellen IO-Link-Verbindung verdichten. Zu den Sensoren mit 2 Schaltausgängen gehören so genannte antivalente Sensoren und Desina-Sensoren. Antivalente Sensoren sind sowohl mit einem Schließer-Kontakt auf PIN 4 als auch einem Öffner-Kontakt auf PIN 2 ausgestattet. Desina ist eine Norm welche den PIN 2 für einen Diagnose-Schaltausgang nutzt. Hubs für binäre Aktoren sind in Entwicklung und werden demnächst zur Verfügung stehen.

Dank der Schutzart IP67 der kostengünstigen Sensor-Hubs bzw. Aktor-Hubs entfallen Klemmenkästen und Reihenklemmen mitsamt der zugehörigen Arbeitszeit für Elektroinstallation.

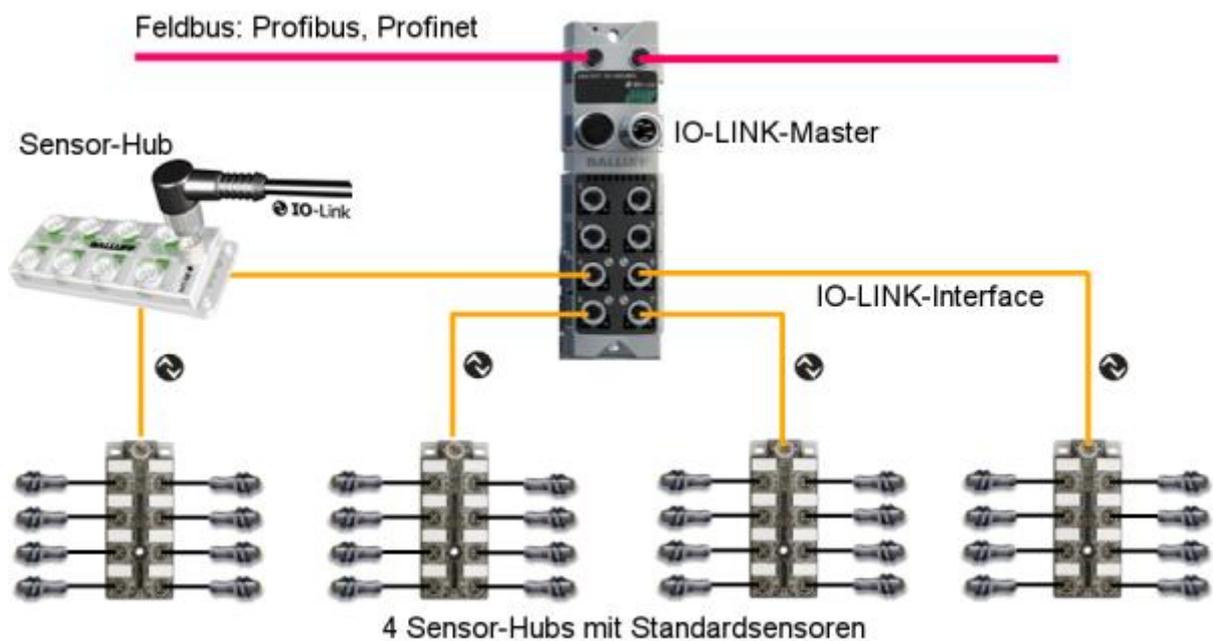


Bild 7:
Nutzung von IO-Link als Installationssystem für herkömmliche binäre und analoge Standardsensoren (Bild: Balluff GmbH)

4.2. Analoge I/O – Anschluss alternativ über Analogsignal oder IO-Link

Für den Anschluss von „analogen“ Geräten gibt es zwei Möglichkeiten, mittels bestehender Analogschnittstelle oder über IO-Link:

Konventionelle Sensoren mit Strom- oder Spannungs-Analogausgang können über analoge Sensor-Hubs kompatibel angeschlossen werden. Bis zu 4 Analogeingänge und 8 Binäreingänge werden von am Markt verfügbaren kombinierten Sensor-Hub zu einem einzigen seriellen IO-Link-Kanal zusammengefasst. Prinzipiell ist auch der Anschluss von Analogausgängen möglich, entsprechende Geräte werden mittelfristig zur Verfügung stehen.

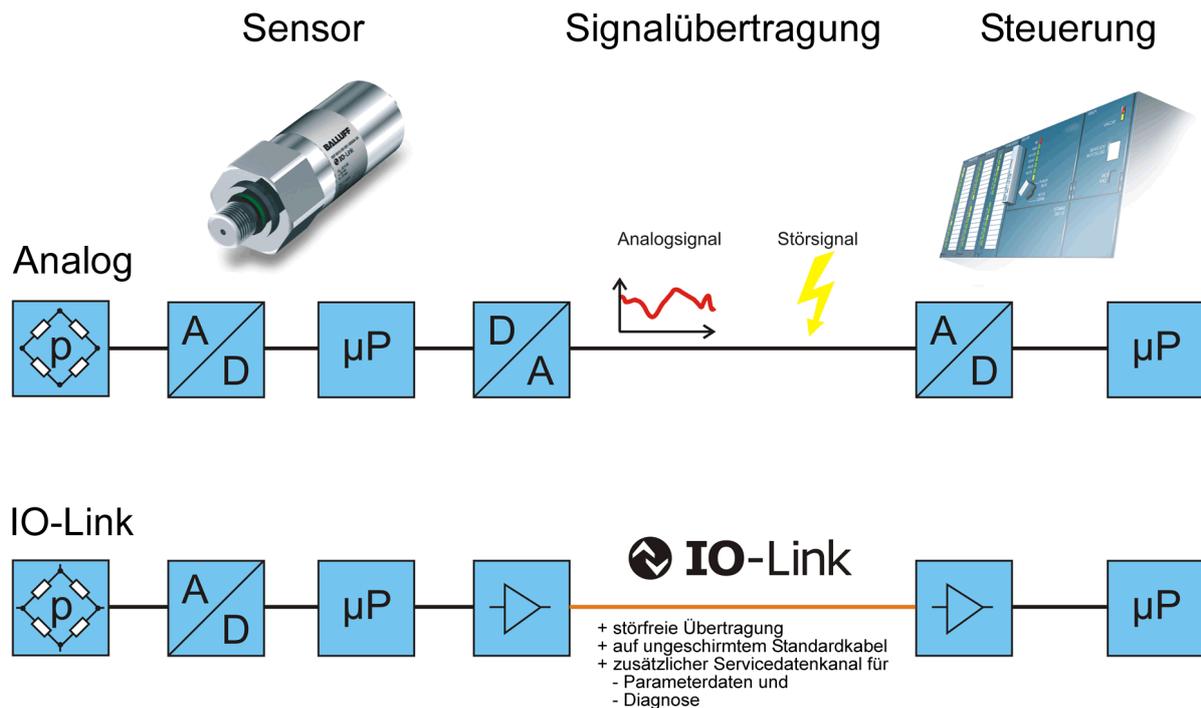


Bild 8:

Bereits bei einem messenden Sensor sinken die Gerätekosten mit IO-Link gegenüber einem Analogausgang durch Fortfall von D/A-Wandler und geschirmten Leitungen (Bild: Balluff GmbH)

Bei der Ausrüstung von messenden Sensoren oder frei positionierbaren Aktoren mit einer IO-Link-Schnittstelle werden die Geräte über eine ungeschirmte Standardleitung direkt mit einem IO-Link-Steckplatz der Anschaltbaugruppe verbunden. Neben zusätzlichen Möglichkeiten der Datenübertragung ergeben sich auch deutliche Kostenvorteile. Nicht nur die Installationskosten, sondern auch die Beschaffungskosten für messende Sensoren sind bei IO-Link regelmäßig niedriger als bei herkömmlichen Geräten. Messende Sensoren weisen in der Regel ohnehin einen Mikroprozessor auf, der direkt die serielle IO-Link-Schnittstelle ansteuern kann. Ein teurer D/A-Wandler im Sensor entfällt ebenso wie ein A/D-Wandler bei der Schnittstellen-Baugruppe der Steuerung. Auch ein geschirmtes Kabel ist nicht mehr notwendig, mehrpolige Stecker entfallen zu Gunsten des Standard-Steckers und die Störempfindlichkeit der Signalübertragung wird reduziert.

4.3. Mixed Signals – Durchbruch für Geräte mit analogen und binären Signalen

Leistungsfähige Sensoren und Aktoren benötigen oft eine Kombination von analogen und binären Schnittstellen: Analogsignale für Sensor-Messwerte und Aktor-Sollwerte, Schaltsignale für Steuerbefehle und Warnmeldungen. Mögliche Schaltsignale bei messenden Sensoren sind ein Triggerbefehl zur Messwertaustastung oder eine Plausibilitätsmeldung zur Gültigkeit eines Messwerts. Ein praktisches Beispiel für einen binären Steuerbefehl ist das Ausschalten des Laserstrahls eines am Roboterarm montierten Laserabstandssensors während der Verfahrbewegung des Roboters.

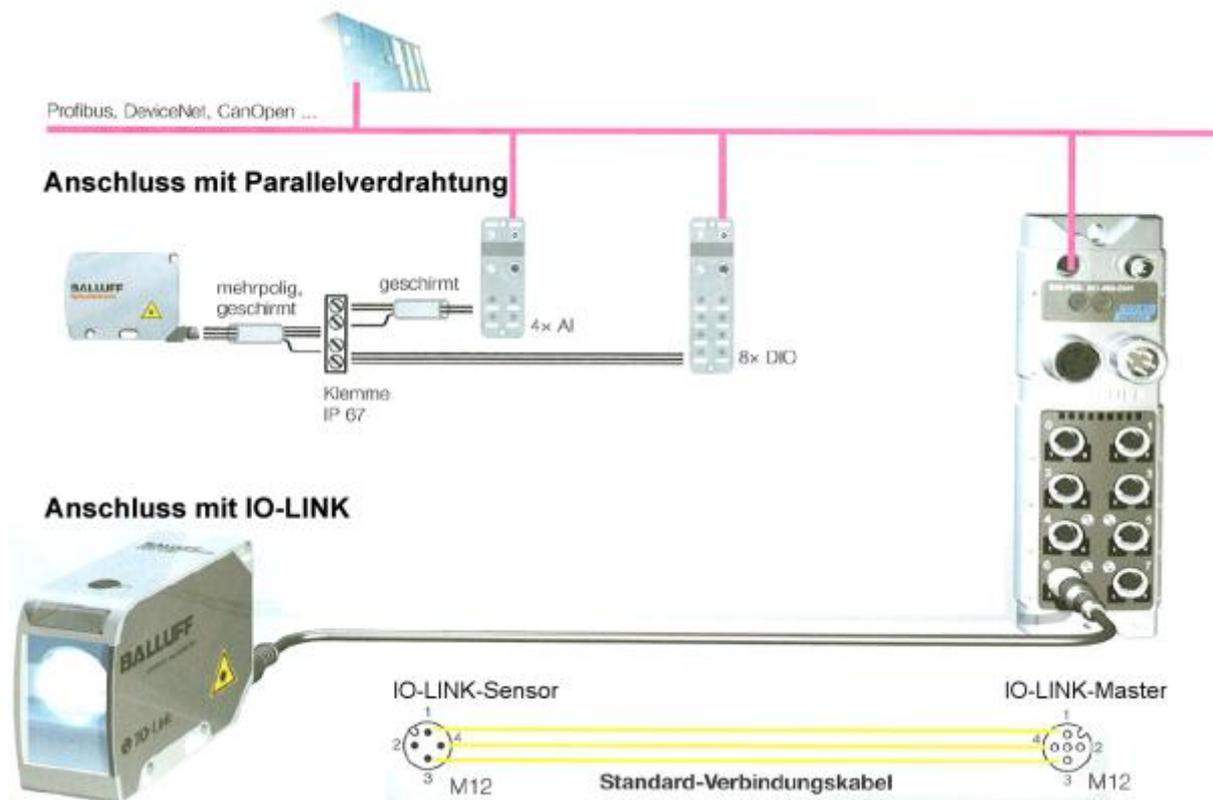


Bild 9:

Bei einem Abstandssensor mit einem Analogausgang, einem Schalteingang und zwei Schaltausgängen wird der Vorteil durch IO-Link besonders augenfällig: es entfällt die Separierung in einzelne geschirmte und ungeschirmte Leitungen durch einen Klemmenkasten (Bild: Balluff GmbH)

Bei herkömmlicher Installationsart sind solche Sensoren und Aktoren heute üblicherweise über eine mehradrige geschirmte Steuerleitung angeschlossen – die Anbindung an eine Feldbus-Anschaltbaugruppe oder SPS-I/O-Baugruppe erfordert jedoch die Aufspaltung in Einzelleitungen für jedes Schaltsignal und jedes Analogsignal. Klemmenkasten und Reihenklammern werden dadurch quasi als Rangierverteiler unvermeidlich, um von Geräten nach Schnittstellen-Steckplätzen umzusortieren. Arbeitsaufwand und Materialkosten übersteigen bei dieser Installationsart nur zu oft die Kosten der angeschlossenen Automatisierungsgeräte.

Bei der Ausrüstung derartiger Geräte mit einer IO-Link-Schnittstelle werden die Vorteile besonders deutlich. Der Anschluss erfolgt über eine ungeschirmte Standardleitung direkt an den IO-Link-Steckplatz einer Anschaltbaugruppe. Messwerte, Steuerbefehle und Warnmeldungen werden ohne Zusatzleitungen über die serielle IO-Link-Verbindung übertragen. Die Kosteneinsparung für Geräte-Schnittstellen und Installation fällt hier noch wesentlich günstiger aus als bei rein analogen Geräten. Für die übergeordnete Anbindung sind bis zu diesem Punkt weder eine teure Feldbusanschaltung noch ein vieladriges geschirmtes Steuerkabel erforderlich, sondern lediglich eine ungeschirmte dreiadrige Standardleitung.

4.4. Parametrierung und Diagnose – IO-Link schafft die Einsatzvoraussetzung

Für Parametrierung und Diagnose sind grundsätzlich zusätzliche Signale neben den Signalen für Sensor-Messwert oder Aktor-Sollwert zu übertragen. Auch hier erfordert bisher

die Anbindung an eine Feldbus-Anschaltbaugruppe oder SPS-I/O-Baugruppe eine Aufsplittung in Einzelleitungen je Schaltsignal und je Analogsignal.

Bereits bei einem Reflexlichttaster mit Verschmutzungsanzeige als einfachem Beispiel wird eine Aufsplittung vom Sensorkabel in zwei Schaltausgänge erforderlich. In der Praxis wird diese praktische Diagnosefunktion aufgrund des resultierenden hohen Verkabelungsaufwands oft gar nicht erst genutzt. Eine wirtschaftliche Lösung der Signalübertragung zwischen Sensor und Steuerung erweist sich als Einsatzvoraussetzung für Diagnose und Parametrierung.

Genau diese Einsatzvoraussetzungen für Diagnose und Parametrierung schafft IO-Link. Steuerbefehle, Parameterwerte und Diagnoseinformationen können bei IO-Link zusätzlich zu den Sensor-Messwerten und Aktor-Sollwerten ohne weiteren Installationsaufwand mitübertragen werden. Gleichzeitig sinken die Gerätekosten durch den Fortfall von Display und Bedienelementen für die Parametrierung:

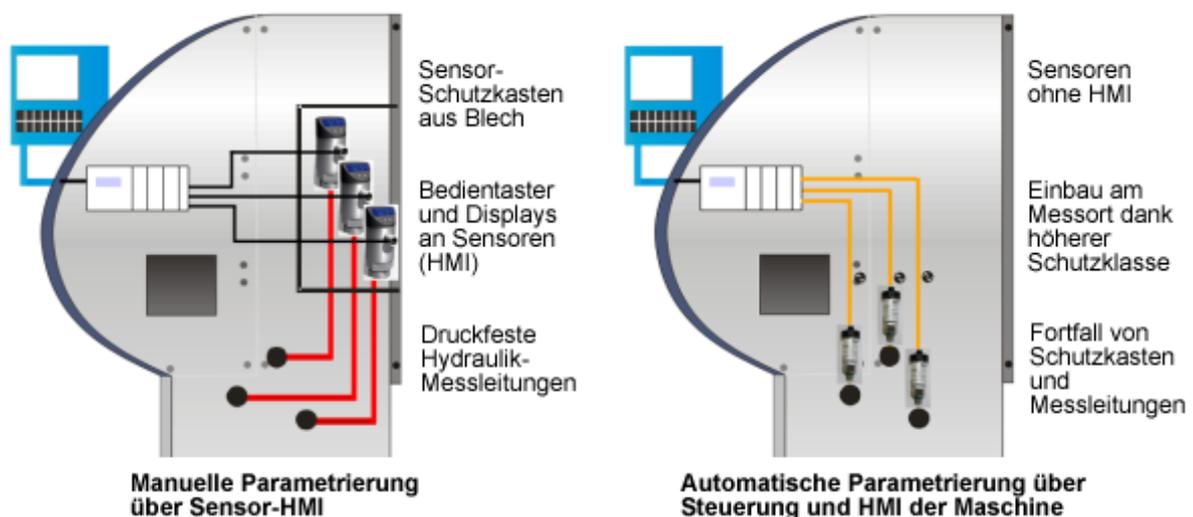


Bild 10: Display und Drucktaster am Sensor können bei Parametrierung und Diagnose über IO-Link entfallen (Bild: Balluff GmbH)

4.5. Mehrkanalige Automatisierungsgeräte – Anschluss über eine einzige Leitung

Auch bei mehrkanaligen Sensoren und Aktoren ist der Einsatz von IO-Link besonders vorteilhaft. Mehrere Geräteschnittstellen und eine aufwendige Parallelverkabelung werden durch eine einzige serielle Leitung ersetzt. Der Anschluss erfolgt auch hier über eine ungeschirmte Dreidrahtleitung an einen IO-Link-Port der Schnittstellen-Baugruppe.

Ein typisches Beispiel für mehrkanalige Sensoren sind Reihenpositionsschalter. Nicht nur bei Sensoren, sondern auch bei mehrkanaligen Aktoren, Anzeigesystemen und Bedienelementen kommen die Vorteile von IO-Link zum Tragen. Besonders anschaulich wird der Vorteil bei pneumatischen Ventilinselfen oder Signalsäulen.

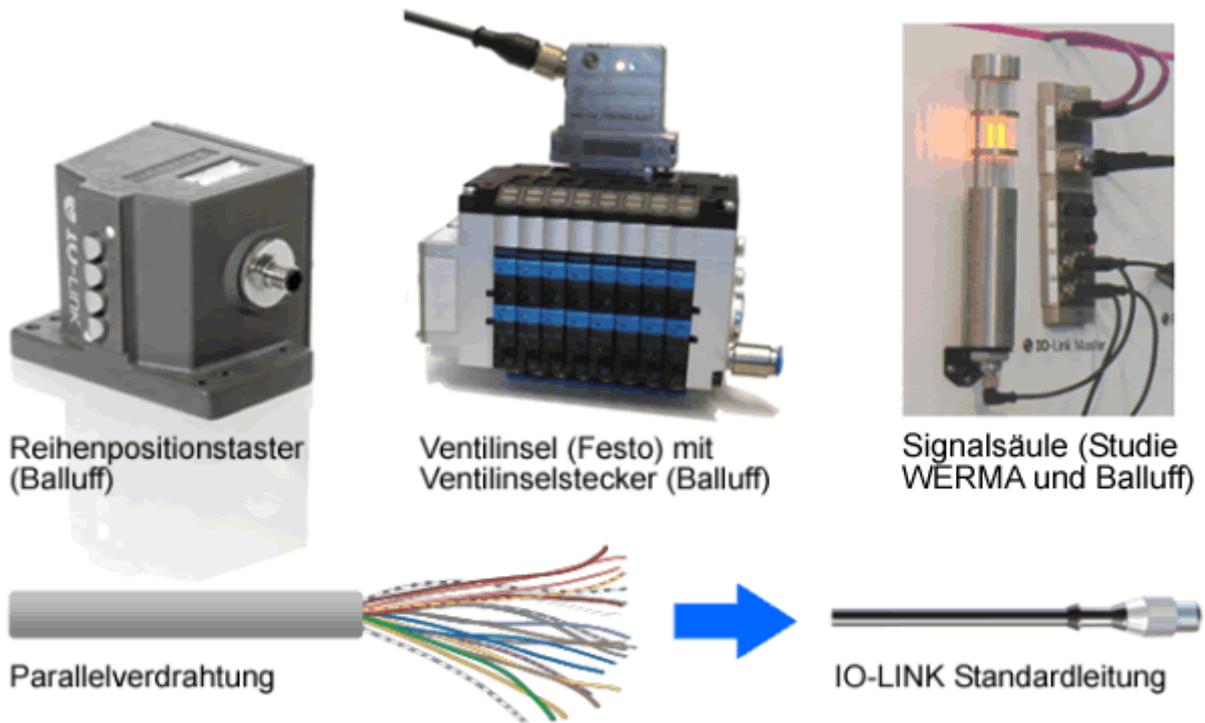


Bild 11:
Bei mehrkanaligen Geräten zeigen sich die Vorteile von IO-Link besonders anschaulich (Bilder: Balluff GmbH)

4.6. Kommunikationsfähigkeit – Kostengünstige Alternative zu Feldbus und RS-232

Kommunikationsfähige Geräte benötigen einen bidirektionalen Austausch von Sendedaten und Empfangsdaten. Ein typisches Beispiel sind RFID-Lese- und Schreib-/ Lesegeräte. Hier bietet die IO-Link-Schnittstelle eine vollwertige kostengünstige Lösung zu den aufwendigeren Alternativen einer direkten Feldbus-Anbindung oder einer seriellen RS232- bzw. RS485-Schnittstelle über geschirmte Leitungen.

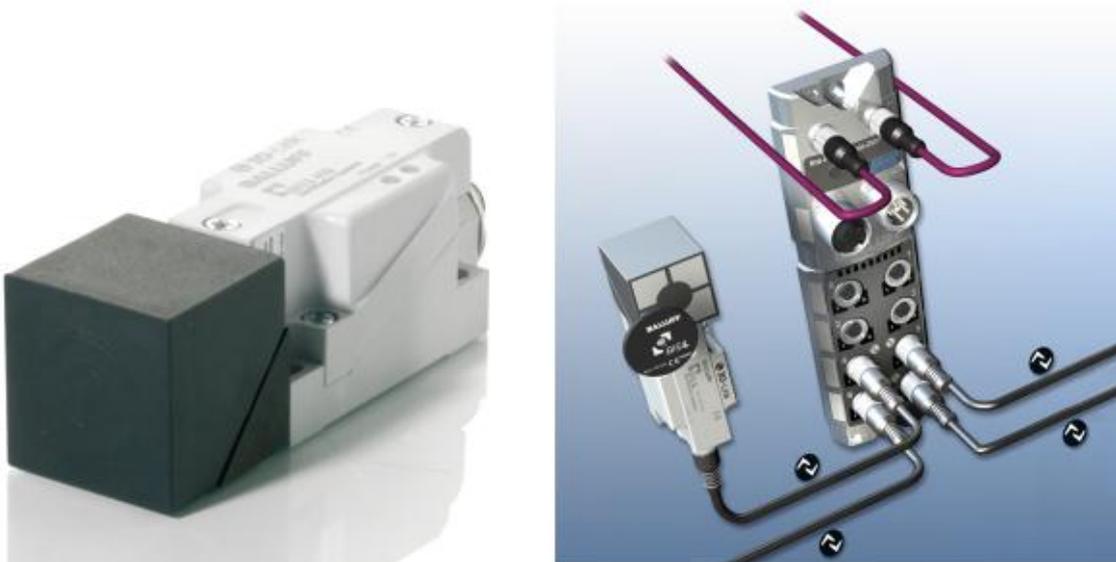


Bild 12:
Bei einem RFID-Lesegerät als Beispiel für ein Gerät mit der Notwendigkeit einer bidirektionalen Datenübertragung kann IO-Link einen Feldbus-Anschluss oder serielle Schnittstellen mit geschirmten Leitungen vermeiden (Bild: Balluff GmbH)

5. Realisierte Anwendungsbeispiele

5.1. IO-Link als durchgängiges Installationssystem bei Montageanlagen

Bei der Realisierung einer Montageanlage für Ventile von Haushaltsgeräten entschied sich die Firma SMR Sondermaschinen GmbH zum konsequenten Einsatz von IO-Link. Das Unternehmen SMR realisiert Montageanlagen als Sondermaschinen für einen breiten Kundenkreis, z. B. für Automobilzulieferer, Medizintechnik und Haushaltsgerätehersteller. Bei der Ventil-Montageanlage handelt es sich um eine komplexe Anlage, welche an insgesamt 20 Stationen 12 einzelne Komponenten montiert sowie umfangreiche Funktions- und Dichtheitsprüfungen durchführt. Jeweils 2 Teile werden mit einer Taktzeit von 6 Sekunden fertig gestellt.

Konsequent wurde die gesamte Installationstechnik der Signalübertragung zwischen Sensoren, Aktoren und Steuerung mittels IO-Link realisiert. Alle binären Standardsensoren wie Gabellichtschranken zur Anwesenheitskontrolle, induktive Näherungsinitiatoren und Magnetschalter zur Pneumatikzylinder-Endlagenkontrolle wurden über Sensor-Hubs angeschlossen. Dabei sind jeweils bis zu 16 Sensoren mit ihren serienmäßigen M12-Steckverbindern und Dreidrahtleitungen von einem Sensor-Hub zu einem IO-Link-Anschluss zusammengefasst. Die Ventilinseln der pneumatischen Aktoren werden über IO-Link-Stecker angeschlossen. IO-Link-Ventilinselstecker enthalten im Gehäuse Prozessorelektronik und Software, um die seriellen Signale einer IO-Link-Schnittstelle in die einzelnen Signale eines genormten Ventilinselsteckers umzusetzen. Ebenfalls angeschlossen werden kommunikationsfähige RFID-Identifikationssysteme zum Lesen der jeweiligen Werkstückträgercodes, welche direkt als IO-Link-Geräte ausgeführt sind. Über Profibus-IO-Link-Masterbaugruppen werden Sensor-Hubs, Ventilinselstecker und Identifikationssysteme mittels Profibus an die Steuerung angeschlossen.

Durch die Verwendung von IO-Link als durchgängiges Installationssystem ergaben sich für SMR erhebliche Kostenvorteile gegenüber einer konventionellen Parallelverdrahtung. Sowohl eine drastische Reduzierung des Aufwands für elektrische Montage und Inbetriebnahme als auch der Fortfall von Klemmenkästen an der Maschine und von I/O-Baugruppen der Steuerung führen zu einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit des nicht von hohen Margen verwöhnten Sondermaschinenbaus.

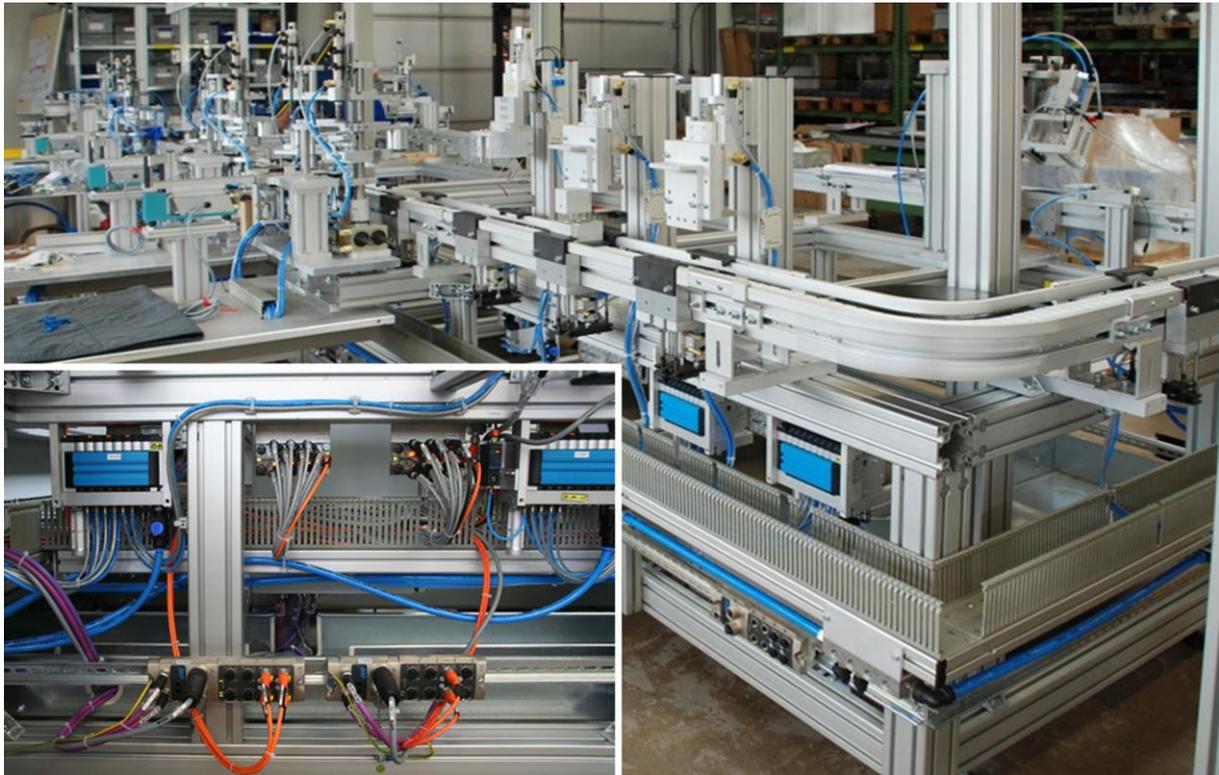


Bild 13:

Mit IO-Link als durchgängigem Installationssystem für Sensoren, Pneumatikventile und RFID-Lesegeräte aufgebaut hat die SMR Sondermaschinen GmbH diese Montageanlage für Ventile von Haushaltsgeräten (Bilder: Balluff GmbH)

5.2. Parametrierung und Diagnose mit IO-Link bei Werkzeugmaschinen

Der Werkzeugmaschinenhersteller INDEX-Werke GmbH & Co. KG Hahn und Tesky nutzt bei den Drehautomaten der Serie INDEX SpeedLine C100/C200 die Vorteile von IO-Link bei der Parametrierung und Diagnose von Drucksensoren. Insgesamt vier IO-Link-fähige Drucksensoren überwachen den Spanndruck von Haupt- und Gegenspindel. Nach einem Sensorwechsel war bisher eine zeitintensive und fehleranfällige manuelle Neukonfigurierung erforderlich. Eine fehlerhafte Konfiguration eines Sensors konnte im Extremfall zu einem Maschinenschaden führen. Ziel war die automatische Konfigurierung der Drucksensoren durch die Steuerung. Außerdem war die Einsetzbarkeit von Drucksensoren unterschiedlicher Lieferanten zu gewährleisten.

Durch den Einsatz von Drucksensoren mit der herstellerneutralen IO-Link-Schnittstelle konnten beide Anforderungen erfüllt werden. Die IO-Link-Schnittstellen der Drucksensoren werden über eine Profibus-Masterbaugruppe an die Steuerung angeschlossen. Parametrierung und Diagnose erfolgen automatisch durch einen Funktionsbaustein in der Maschinensteuerung.



Bild 14:

In den Drehautomaten der Serie INDEX SpeedLine C100 und C200 erfolgen Parametrierung und Diagnose von Drucksensoren zur Spanndrucküberwachung via IO-Link automatisch durch die Steuerung (Bild: INDEX-Werke GmbH & Co. KG)

Bei der Parametrierung werden vom Funktionsbaustein zunächst über IO-Link die Identifikationsparameter der angeschlossenen Drucksensoren abgefragt. Anschließend wird per Datenbankvergleich geprüft, ob diese Sensoren für die Maschine zugelassen sind. Im positiven Fall findet der Funktionsbaustein die zu den Sensoren gehörigen Konfigurationsparameter ebenfalls in der Datenbank. Diese werden dann via IO-Link automatisch in die jeweiligen Sensoren geschrieben. Zu den Parametern gehören z. B. Grenzwerte für Überdruck und Unterdruck als Ansprechschwelle für den Schaltausgang, sowie eine Mindestdauer für Grenzwertüberschreitungen ab dem ein Alarm ausgegeben wird. Im Betrieb braucht dann nur ein Schaltsignal überwacht zu werden, im Fehlerfall steht jedoch auch der vollständige Messwert für Diagnosezwecke zur Verfügung.

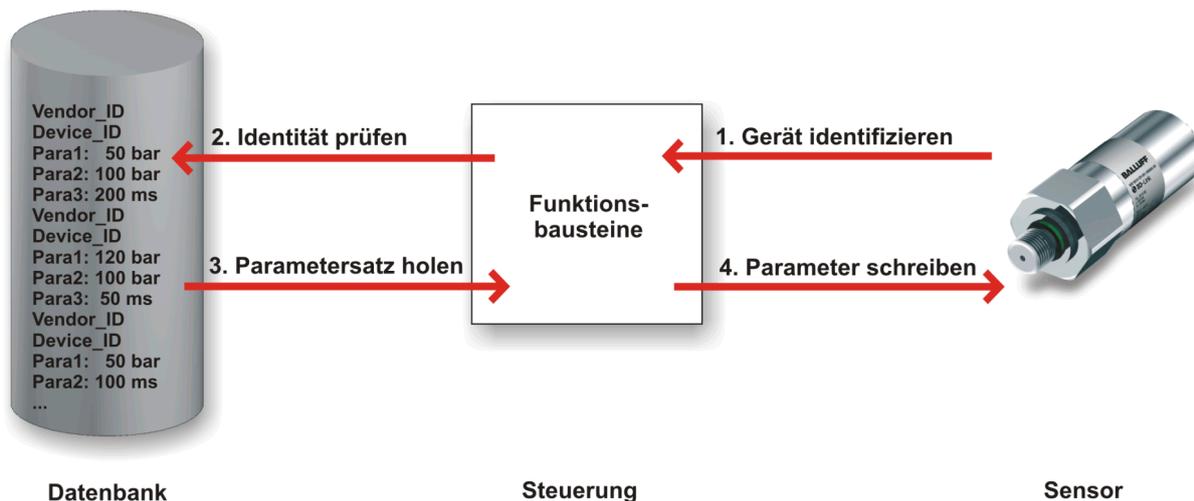


Bild 15:

Zur automatischen Parametrierung werden die Stammdaten des Drucksensors von der Steuerung gelesen und die Zulässigkeit des Sensors mit der Datenbank abgeglichen. Dann werden die Konfigurationsparameter von der Datenbank geholt und in den Sensor geschrieben (Bild: Balluff GmbH)

In Zukunft können dank Parametrierung und Diagnose über die Steuerung auch Bedientasten und Displays an den Sensoren entfallen. Die Sensoren wiederum können so in einer ausreichenden Schutzklasse für eine direkte Installation am Messort ausgeführt

werden. Dann können auch der geschützte Messkasten, in dem die Drucksensoren bisher für Bediener und Instandhalter zugänglich untergebracht werden müssen, sowie die druckfesten Hydraulik-Messleitungen zwischen Messort und Sensor wegfallen.

Durch die automatische Parametrierung und Diagnose per IO-Link-Schnittstelle über die Maschinensteuerung konnten die INDEX-Werke Zeit bei der Inbetriebnahme einsparen und Risiken beim Sensorwechsel nahezu ausschließen. Als herstellernerutraler Standard ermöglicht IO-Link auch die Austauschbarkeit von Sensoren unterschiedlicher Hersteller. Außerdem werden die Sensordaten für eine Fernwartung zugänglich.

5.3. Signalübertragung zum Roboterwerkzeug mit IO-Link

Spezifische Vorteile kann IO-Link bei Roboteranwendungen vorweisen. So fordert die Applikation geklebter Türdichtungen im Automobil eine spannungsfreie Verlegung ohne Dehnungen und Stauchungen. Dieses ist nur automatisiert möglich. Geklebte Türdichtungen sind ein innovatives Produkt der Firma 3M Deutschland GmbH. Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) hat für 3M ein Roboterwerkzeug zur automatischen Verlegung dieser geklebten Türdichtungen mittels Industrieroboter entwickelt.

Minimaler Bauraum und geringes Gewicht am Werkzeugkopf sowie eine möglichst dünne und flexible Leitung für die Signalübertragung im Roboterarm sind die spezifischen Anforderungen bei der Realisierung von Roboteranwendungen. Durch den Einsatz von IO-Link-Sensor-Hubs konnten Bauraum und Gewicht für die elektrische Installationstechnik am Roboterwerkzeug minimiert werden. Die ungeschirmte Dreidrahtleitung von IO-Link erfüllt die Forderung nach Flexibilität der Signalübertragung im Roboterarm auf ideale Weise.

Durch IO-Link konnten die bei Roboteranwendungen kritischen konstruktiven Einschränkungen für Bauraum und Gewicht am Roboterwerkzeug erfüllt werden. Außerdem kommt die Signalübertragung mit einer flexiblen ungeschirmten Dreidrahtleitung aus.



Bild 16:

Bei diesem Roboterwerkzeug für die Verlegung von Klebedichtungen der 3M Deutschland GmbH ermöglicht IO-Link eine Installationstechnik mit niedrigem Gewicht und geringem Bauraum (Bild: Balluff GmbH)

6. Ausblick

Als herstellerunabhängiger Standard hat IO-Link beste Chancen, sich als das Installationssystem für den Maschinenbau durchzusetzen. Voraussetzungen dafür sind erstens die vollständige Erfüllung aller funktionalen Anforderungen der Installationstechnik, zweitens die Durchgängigkeit für alle Arten von Sensoren, Aktoren, Bedien- und

Anzeigeelementen sowie drittens die Verfügbarkeit von Anschaltbaugruppen auch für alle sonstigen weiterhin benötigten Schnittstellen außer IO-Link.

Unter Verwendung der Standard-Dreidrahtleitung ermöglicht IO-Link ohne Zusatzleitungen die Parametrierung und Diagnose von Feldgeräten. Eine kostengünstige Alternative bietet IO-Link für Analogleitungen, mehrkanalige Parallelverkabelungen, serielle Schnittstellen und aufwendige Feldbusanschlüsse bei Feldgeräten.

Ein wichtiger Schritt war die Entwicklung von Anschlussbaugruppen auch für binäre und analoge Standardsensoren, den Sensor-Hubs, quasi als „Sensor-Einsammler“. Zahlreiche weitere Anschaltbaugruppen und IO-Link-Geräte befinden sich zurzeit in Entwicklung. Das Angebot wird so vervollständigt und damit der Weg zum Durchbruch geebnet.

Vorstellung der Autoren



Dr. Gerhard Drunk ist geschäftsführender Gesellschafter der xpertgate GmbH & Co. KG mit zwei Geschäftsbereichen, dem führenden deutschsprachigen Online-Verlag für Fabrikautomation und einer spezialisierten Unternehmensberatung für Produktkostensenkung im Sondermaschinenbau.



Albert Feinäugle ist Leiter Marketing Services bei der Balluff GmbH, einem führenden internationalen Anbieter von Sensoren und industrieller Kommunikation für die Fabrikautomation. Die Balluff GmbH ist Gründungsmitglied des IO-Link-Konsortiums.

Über xpertgate:

Geschäftstätigkeit:

- Geschäftsbereich Online-Medien: Wissens-Portal für Fabrikautomation www.xpertgate.de
Online-Fachzeitschrift für Fabrikautomation Automation-online
- Geschäftsbereich Unternehmensberatung: Produktkostensenkung im Sondermaschinenbau

Kontakt:

- Adresse: xpertgate GmbH & Co. KG | L 13, 9 | D-68161 Mannheim
- Ansprechpartner: Dr. Gerhard Drunk, Geschäftsführer | Tel.: +49(0)621-17828963 | Fax: +49(0)621-17828967