



IO-Link Planungsrichtlinie

Datei: IO-Link_Planungsrichtlinie_10911_V11_Jan18

Order No.: 10.911

Version: 1.1

Datum: Januar 2018

Herausgeber

IO-Link Firmengemeinschaft

c/o PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.(PNO)

Haid-und-Neu-Str. 7

76131 Karlsruhe

Deutschland

Phone: +49 721 / 96 58 590

Fax: +49 721 / 96 58 589

E-mail: info@io-link.com

Web site: www.io-link.com

© No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Vorwort	4
1.2	Was ist IO-Link?	4
1.3	Warum ist es sinnvoll, IO-Link Devices anstelle von herkömmlichen Sensoren oder Aktoren zu verwenden?	5
1.4	Zielgruppenbeschreibung	6
1.5	Zweck der Planungsrichtlinie	6
2	Definition der Beispielanlage	7
2.1	Technische Eigenschaften der Devices in der Beispielanlage	11
2.2	Strukturierung/Anordnung der IO-Link Master	15
2.3	Auswahl der IO-Link Master	16
2.4	Planung der Verkabelung	21
2.5	Betrachtung der Leitungslänge, der Ströme und des Spannungsabfalls	25
2.6	Dokumentation der Ergebnisse	29
3	Schlusswort	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Automatisierungspyramide	5
Abbildung 2: Aufbau eines Förderbands	7
Abbildung 3: Aufbau einer Antriebseinheit	8
Abbildung 4: Förderbandanlage	9
Abbildung 5: Aufbau des Temperaturmesseinheit B7	9
Abbildung 6: Förderbandanlage mit allen Sensoren und Aktoren	10
Abbildung 7: Allgemeines Vorgehen bei der Komponentenauswahl	11
Abbildung 8: Definierte Steckverbinder	13
Abbildung 9: Platzierung der IO-Link Master	16
Abbildung 10: Anschlussbild des IO-Link Masters	21
Abbildung 11: Verbindung zwischen IO-Link Master und Device bei der Portklasse A	22
Abbildung 12: Verbindung zwischen IO-Link Master und Device bei der Portklasse B	22
Abbildung 13: Verbindung zwischen IO-Link Master (Portklasse B) und Device (Portklasse A)	24
Abbildung 14: Aufbau für das Rechenbeispiel	25
Abbildung 15: Spannungsabfälle	27
Abbildung 16: Topologie von Förderband 1	31
Abbildung 17: Topologie von Förderband 2	31
Abbildung 18: Topologie von Förderband 3 und 4	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Symbole zur Textstrukturierung	4
Tabelle 2: Beschreibung der einzelnen in Abbildung 6 Verwendeten Bezeichnungen	10
Tabelle 3: Pinbelegung der Steckverbinder	12
Tabelle 4: Beispielhafte Eigenschaften der Devices	14
Tabelle 5: Eigenschaften der anzuschließenden Devices am Förderband 1	17
Tabelle 6: Eigenschaften der anzuschließenden Devices an Förderband 2	18
Tabelle 7: Eigenschaften der anzuschließenden Devices an Förderband 3	18
Tabelle 8: Eigenschaften der anzuschließenden Devices an Förderband 4	18
Tabelle 9: Vor- und Nachteile der Strategien.....	19
Tabelle 10: Beispielhafte technische Angaben des IO-Link Masters	20
Tabelle 11: Übersicht der möglichen Verkabelung.....	23
Tabelle 12: Beispielhafte Eigenschaften für die Berechnung des Spannungsabfalls	26
Tabelle 13: Dokumentation der Belegung der IO-Link Master	29

1 Einleitung



1.1 Vorwort

Diese Planungsrichtlinie für IO-Link soll eine Unterstützung bei der Planung von Automatisierungsanlagen mit IO-Link Devices bieten. Dabei werden alle Phasen von der Planung bis zum Betrieb betrachtet. In der vorliegenden Planungsrichtlinie werden die dafür benötigten Tätigkeiten Schritt für Schritt an Hand einer Beispielanlage beschrieben.

Als Grundlage für diese Planungsrichtlinie dient die IO-Link Spezifikation Version 1.1.2 .

Zur besseren Übersichtlichkeit werden verschiedene Symbole zur Textstrukturierung verwendet.

Tabelle 1: Symbole zur Textstrukturierung

Symbol	Name	Bedeutung
	Hinweis	Wird verwendet zur Angabe einer Empfehlung und/oder Zusammenfassung des aktuellen Sachverhaltes.
	Wichtig	Wird verwendet für Hinweise, bei deren Nichtbeachtung Störungen im Betrieb entstehen können.

1.2 Was ist IO-Link?

IO-Link ist ein serielles, digitales Kommunikationsprotokoll für den Einsatz in der Automatisierungstechnik. Es wird verwendet, um Sensoren oder Aktoren an ein Automatisierungssystem anzubinden. Durch IO-Link wird sozusagen der „letzte Meter“ in der Kommunikation mit den Sensoren und Aktoren digitalisiert. IO-Link ist in der IEC 61131-9 standardisiert. Wo bisher nur binäre Schaltzustände (Ein/Aus) oder analoge Signale übertragen wurden, können nun auch Statusinformationen vom Sensor oder Aktor gelesen und Parametrierinformationen zum Sensor und Aktor übertragen werden. IO-Link ist kein weiteres Bussystem, sondern eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen dem IO-Link Device und einer Anschalteinheit, dem IO-Link Master.

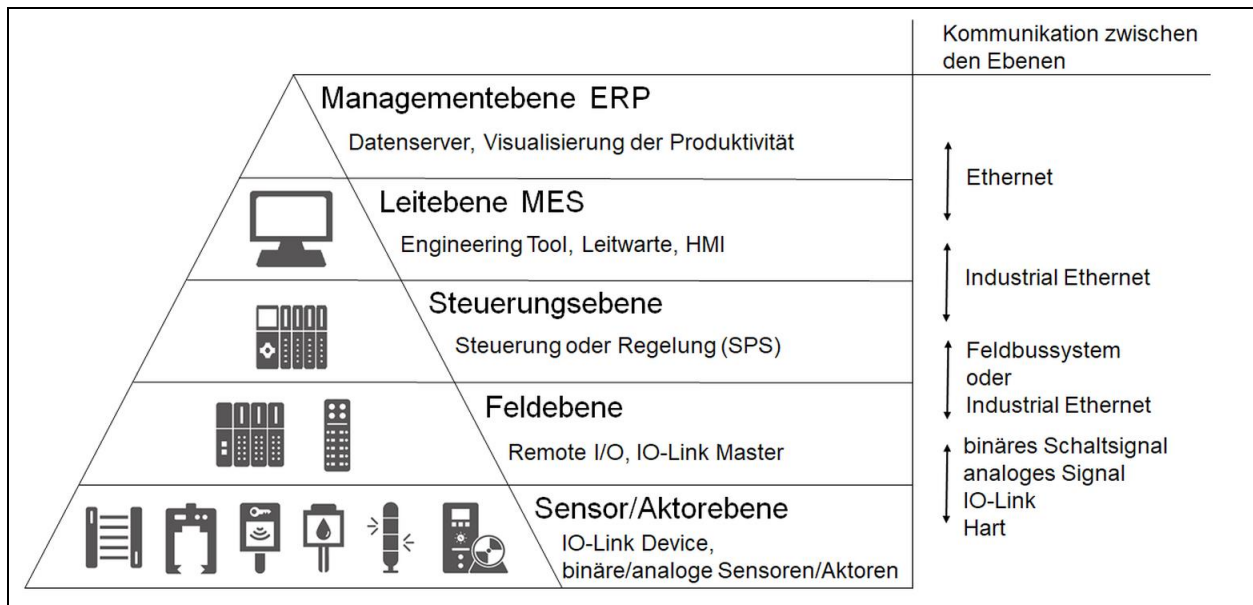


Abbildung 1: Automatisierungspyramide

Diese Punkt-zu-Punkt-Verbindung wird zwischen einem IO-Link Master und einem IO-Link Device (Sensor oder Aktor) aufgebaut und mit einer dreifadigen ungeschirmten Leitung realisiert. Von diesen drei Adern dient eine Ader als Kommunikationsverbindung, eine Ader dazu, um die Elektronik des Devices mit Spannung zu versorgen und eine Ader als gemeinsames Bezugspotential. Diese Anschlussvariante wird in der IO-Link Nomenklatur Portklasse A genannt und stellt einen Strom von mindestens 200mA zur Verfügung. Da Aktoren oftmals eine zusätzliche Aktorspannungsversorgung benötigen, steht eine weitere Portklasse B zur Verfügung. Bei der Portklasse B besteht die Verbindung aus einer fünffadigen ungeschirmten Leitung. Zu den drei bereits beschriebenen Adern kommen noch zwei Adern hinzu. Eine Ader um die Aktoren mit Spannung zu versorgen und eine weitere Ader mit einem separaten, galvanisch isoliertem Bezugspotential.

Der IO-Link Master kommuniziert mit den IO-Link Devices, sammelt deren Daten und überträgt diese an das übergeordnete Bussystem. Das IO-Link Kommunikationsprotokoll trifft keine Festlegungen hinsichtlich des überlagerten Kommunikationsprotokolls.



IO-Link ist ein Feldbus unabhängiges Kommunikationsprotokoll, welches zyklisch Prozessdaten und bedarfsorientiert Parametrier- und Diagnosedaten von Sensoren und Aktoren über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung überträgt.

1.3 Warum ist es sinnvoll, IO-Link Devices anstelle von herkömmlichen Sensoren oder Aktoren zu verwenden?

Die Verwendung von IO-Link Sensoren oder Aktoren bietet viele Vorteile gegenüber der Verwendung von binärschaltenden oder analogen Sensoren oder Aktoren. IO-Link löst die bisherige Anbindung digitaler und analoger Sensoren und Aktoren durch eine serielle

Kommunikation ab. Über diese Kommunikation lassen sich nun auch Parametrier- und Diagnosedaten vom/zum Sensor oder Aktor übertragen. Durch die Verwendung von IO-Link lässt sich die Anzahl der verschiedenen Schnittstellen bzw. Steckverbinder in der Anlage verringern. Durch die Nutzung der digitalen Kommunikation lassen sich die Stillstandszeiten von Anlagen, durch vorrausschauende Wartung, reduzieren. Auch kann die Umparametrierung von IO-Link Sensoren und IO-Link Aktoren im laufenden Anlagenbetrieb erfolgen.



Durch den Einsatz von IO-Link Devices lassen sich neben den Prozessdaten auch Statusinformationen und Parametrierwerte übertragen.

1.4 Zielgruppenbeschreibung

Die Planungsrichtlinie ist für Leser gedacht, welche Erfahrung mit der Planung und dem Engineering von Automatisierungsanlagen haben, sich jedoch noch nicht mit dem Thema IO-Link beschäftigt haben. Das Dokument soll den Leser dabei unterstützen, dass IO-Link System kennenzulernen. Es werden die wichtigen Schritte bei der Planung, dem Engineering und der Inbetriebnahme einer Automatisierungsanlage mit IO-Link Komponenten aufgezeigt.

1.5 Zweck der Planungsrichtlinie

Ziel dieser Richtlinie ist es, den Planungsvorgang eines IO-Link Systems an einem Beispiel darzustellen. Dabei sollen unterschiedliche Typen von IO-Link Devices zum Einsatz kommen. Es wird eine fiktive Anlage gewählt, an der exemplarisch alle erforderlichen Planungsschritte durchgegangen werden.

2 Definition der Beispielanlage

Als Beispiel für die Planung wird eine Förderbandanlage gewählt. In dieser treten verschiedene Aufgabenstellungen auf, welche bei der Beschreibung des Planungsprozesses in diesem Dokument beschrieben werden sollen. Hierbei wird angenommen, dass bereits feststeht, welche Sensoren und Aktoren an welcher Stelle benötigt werden.



Als Arbeitshypothese gilt daher: Die Anlage gibt vor, an welcher Stelle welcher Sensor oder Aktor zu platzieren ist.

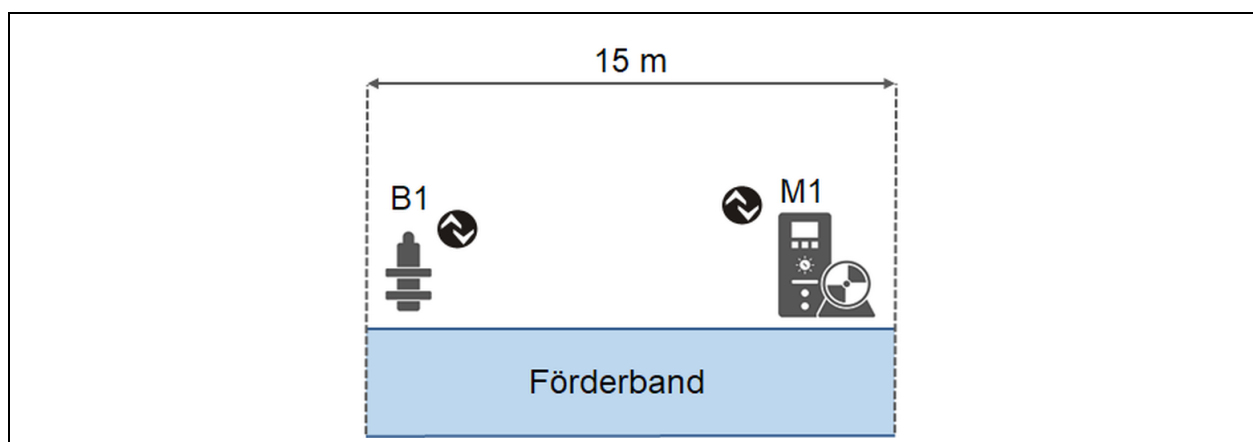



Abbildung 2: Aufbau eines Förderbands

In der Abbildung 2 ist der Grundaufbau eines Förderbandes zu sehen. Die Gesamtanlage wird aus mehreren dieser Förderbänder bestehen. Durch das IO-Link Symbol  werden IO-Link Devices gekennzeichnet. Das Förderband besteht aus einer Antriebseinheit *M1* und einem Drehzahlsensor *B1*. Beide Komponenten sind in der Lage, über IO-Link zu kommunizieren. Da Elektromotoren nicht direkt über IO-Link angesteuert werden können, ist in der Abbildung 3 der Aufbau einer Antriebseinheit dargestellt.

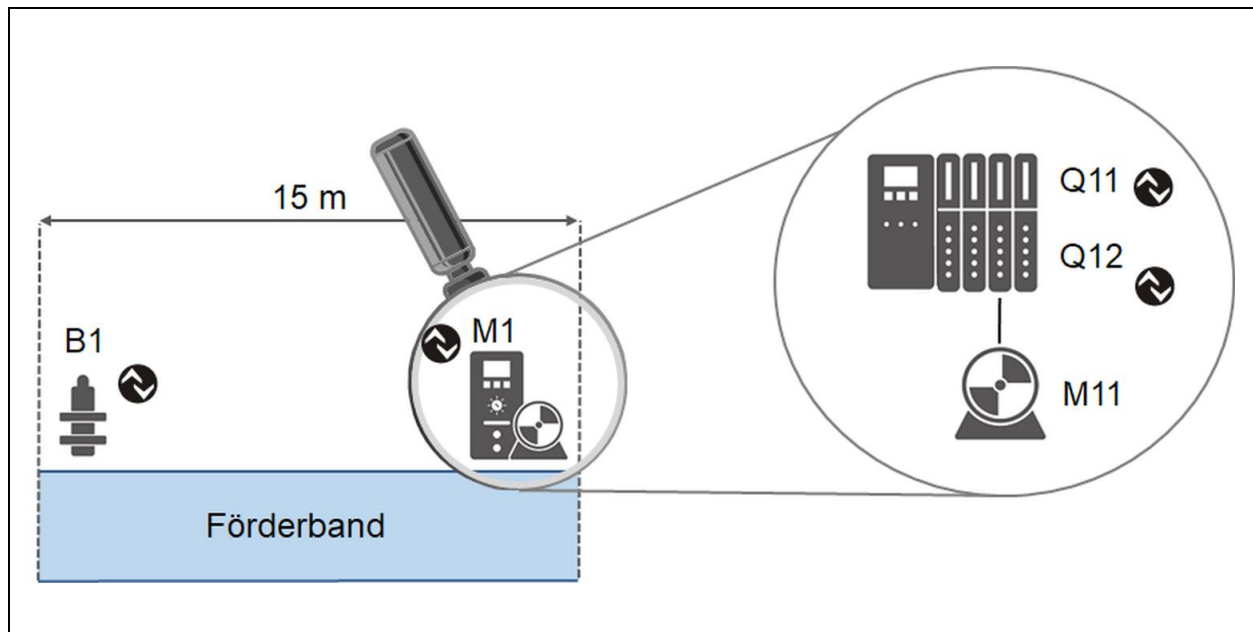


Abbildung 3: Aufbau einer Antriebseinheit

Eine Antriebseinheit besteht aus drei Komponenten. Die erste Komponente ist eine Leistungsschützbaugruppe $Q11$ für eine Stern-Dreieck-Anlaufschaltung mit einem IO-Link Interface. An die Baugruppe ist ein Motorschutzschalter $Q12$ ebenfalls mit einem IO-Link Interface angeschlossen. Ein Motor $M11$ ist als letztes Teil des Antriebs erforderlich. Um die Übersichtlichkeit in den nachfolgenden Abbildungen zu wahren, wird an den Förderbändern nur die Antriebseinheit in der Gesamtansicht dargestellt.

In der Abbildung 4 ist die gesamte Förderbandanlage zu sehen. Die Anlage ist aus vier Förderbändern modular aufgebaut. Alle vier Förderbänder besitzen die gleichen Drehzahlsensoren $B1$ bis $B4$ und Antriebseinheiten $M1$ bis $M4$.

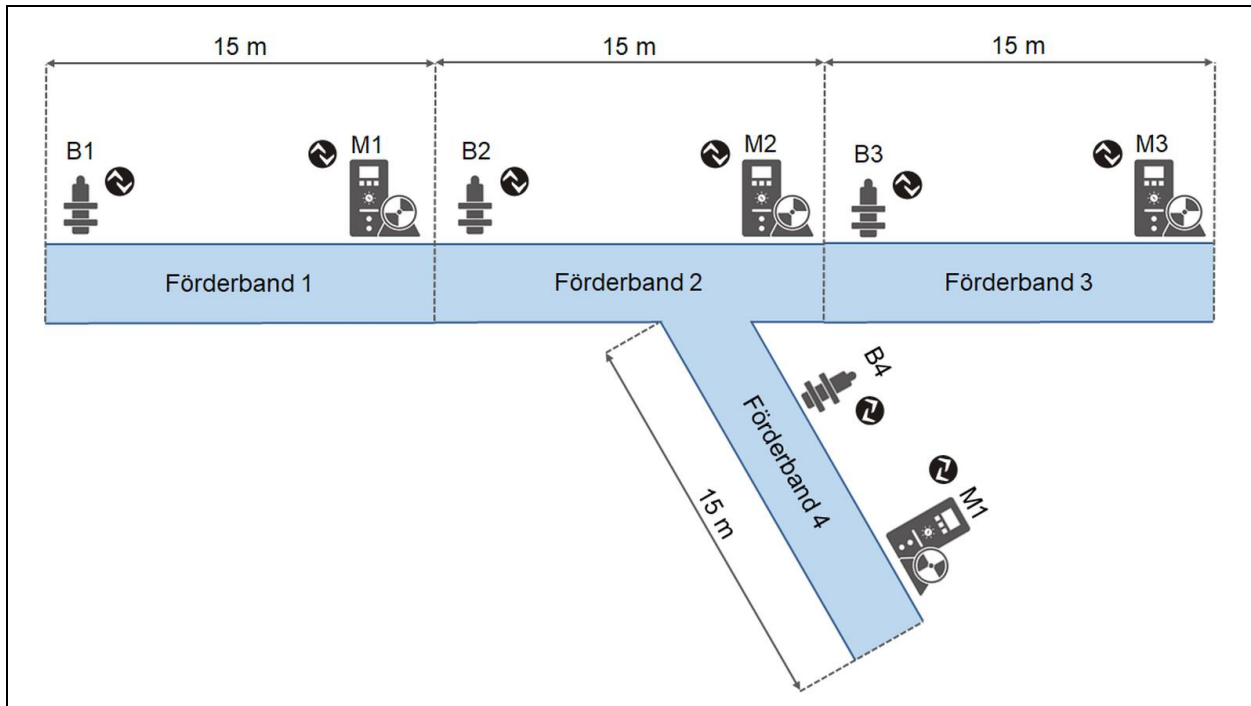


Abbildung 4: Förderbandanlage

Die Förderbänder werden nun, wie in Abbildung 6 dargestellt, durch das Hinzufügen weiterer Elemente in ihrer Funktion erweitert. So wird an das Förderband 1 eine Bedieneinheit montiert. Die Bedieneinheit besteht aus einem Taster *SI* zum Starten und Stoppen der Anlage und einem Leuchtmelder *PI*, um den Betrieb der Anlage anzuzeigen. Im Bereich von Förderband 2 wird eine Temperaturmesseinheit *B7* vorgesehen, um die Umgebungstemperatur zu überwachen.

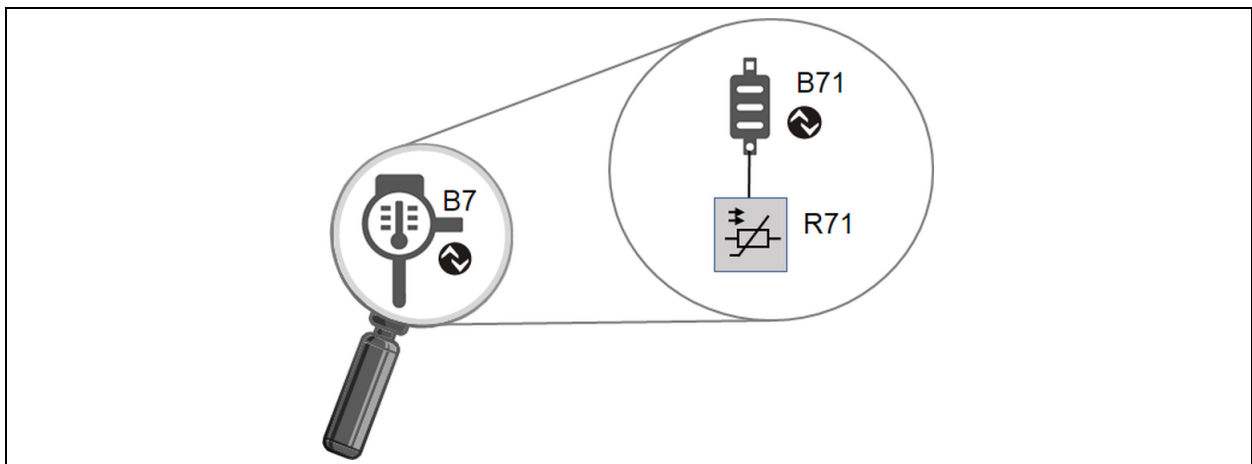


Abbildung 5: Aufbau des Temperaturmesseinheit B7

Die Temperaturmesseinheit *B7* besteht, wie in Abbildung 5 zu sehen ist, aus einem IO-Link/Analog-Konverter *B71* und einem PT100 Temperaturmesswiderstand *R71*.

Außerdem wird im Bereich von Förderband 2 noch eine Signalleuchte *P2* (siehe Abbildung 6), mit einem IO-Link Interface, zur Signalisierung kritischer Betriebszustände installiert.

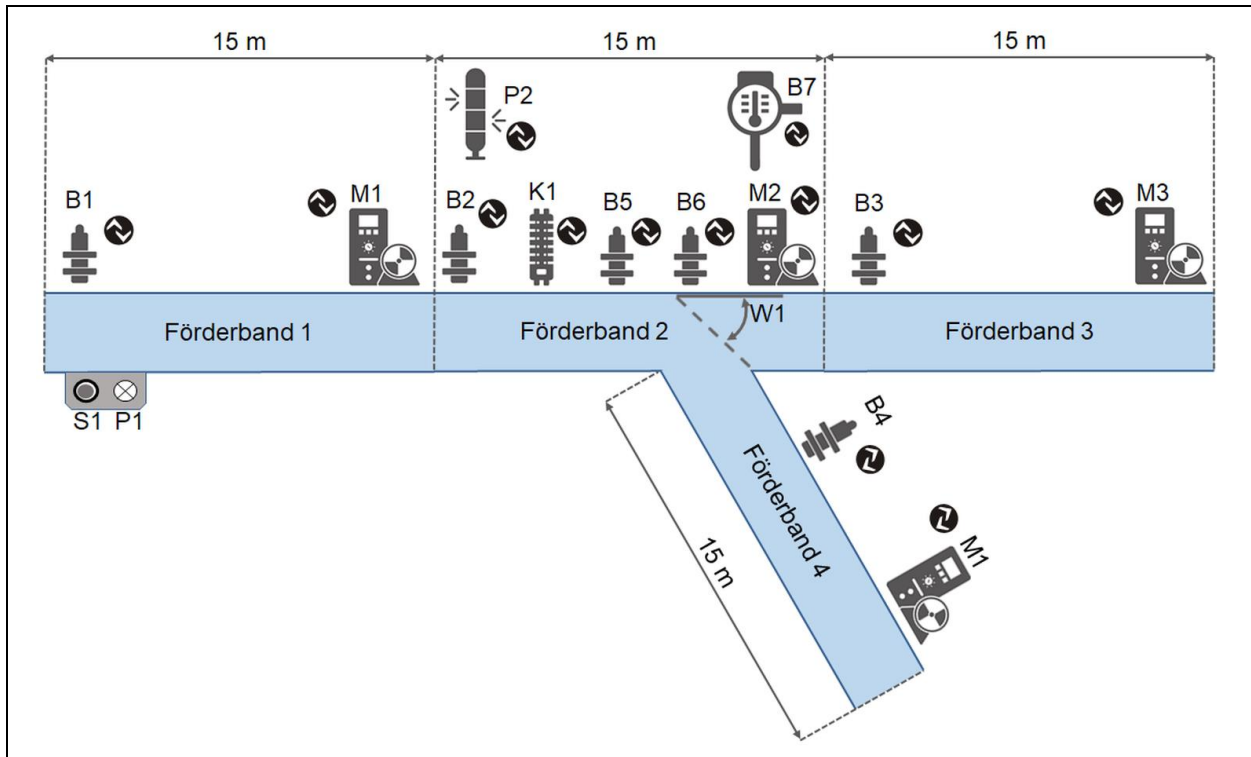


Abbildung 6: Förderbandanlage mit allen Sensoren und Aktoren

An dem Förderband 2 wird eine Weiche *W1* angebracht, um das Fördergut wahlweise auf dem Förderband 3 oder 4 weiter zu befördern. Zur Steuerung dieser Weiche wird ein RFID-Sensor *B5*, ein optischer Distanzsensor *B6* und ein Magnetventil *K1* benötigt. Alle für die Weiche benötigten Devices haben ebenfalls ein IO-Link Interface. In Abbildung 6 ist nun die komplette Förderbandanlage mit all ihren Sensoren und Aktoren zusehen. Tabelle 2 zeigt zusammenfassend die in der Anlage verbauten Komponenten.

Tabelle 2: Beschreibung der einzelnen in Abbildung 6 Verwendeten Bezeichnungen

Bezeichnung	Typ	Aufgabe	IO-Link
B1 – B4	Drehzahlsensoren	Geschwindigkeitsmessung der Förderbänder	ja
M1 – M4	Antriebseinheit	Antreiben der Förderbänder	teilweise
B5	RFID-Sensor	Identifikation des Förderguts	ja
B6	optischer Distanzsensor	Ermittlung der Weichenstellung	ja
B7	Temperaturmesseinheit	Überwachung der Umgebungstemperatur	teilweise
K1	Magnetventil	Pneumatische Ansteuerung der Weiche	ja
W1	Weiche	Lenkung des Förderguts	nein
S1	mech. Taster	Start und Stopp der Anlage	nein
P1	Leuchtmelder einfarbig	Signalisiert den laufenden Betrieb	nein
P2	Signalleuchte mehrfarbig	Signalisierung von kritischen Zuständen	ja

2.1 Technische Eigenschaften der Devices in der Beispielanlage

In der Beispielanlage in Abbildung 6 sind verschiedene IO-Link Sensoren und Aktoren verbaut. Abbildung 7 zeigt das schrittweise Vorgehen bei der Auswahl der IO-Link Komponenten.

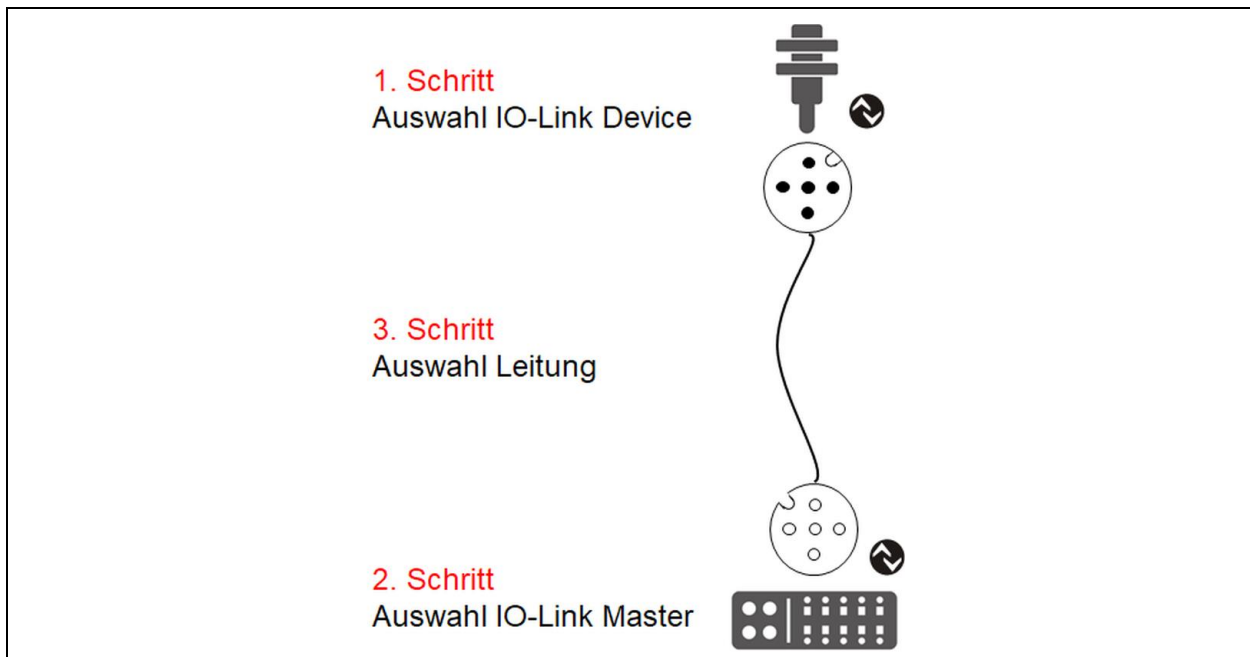


Abbildung 7: Allgemeines Vorgehen bei der Komponentenauswahl

Für die elektrotechnische Planung ist es nun wichtig die technischen Eigenschaften der IO-Link Devices in Erfahrung zu bringen. Es ist darauf zu achten, dass in Tabelle 2 bisher nur die Module der Anlage aufgelistet sind. Zum Beispiel bestehen die Antriebseinheiten $M1$ bis $M4$, wie in Abbildung 3 dargestellt, aus mehreren Komponenten. Auch die Temperaturmesseinheit $B7$ besteht aus zwei Komponenten (siehe Abbildung 5). Im nächsten Schritt müssen folgende technische Eigenschaften über die IO-Link Devices aus den Datenblättern der jeweiligen Hersteller entnommen werden.

- IO-Link Version
 - o Welche IO-Link Version unterstützt das Device?
- Portklasse
 - o Mit welcher Portklasse wird das Device angeschlossen?
 - Portklasse A dreipolig mit L+, L- (Sensor- und Elektronikspannungsversorgung U_S) und Kommunikationskanal (C/Q)
 - Portklasse B fünfpolig mit L+, L- (U_S), Kommunikationskanal (C/Q), 2L+ und 2L- (Aktorspannungsversorgung U_A)
 - o Klassische digitale Sensoren, die über einen binären Schaltausgang verfügen oder Aktoren, die über eine 24-V-Spannung angesteuert werden, können ebenfalls an einem IO-Link Port betrieben werden. Dazu wird der Port des IO-Link Masters als digitaler Eingang oder Ausgang parametrisiert.

So können auch der mechanische Taster *SI* und der Leuchtmelder einfarbig *P2* an einen IO-Link Port angeschlossen werden.

- Stromaufnahme der jeweiligen Portklasse
 - o Portklasse A: Es wird die maximale Stromaufnahme des Devices auf der Spannung U_S aus dem Datenblatt entnommen.
 - o Portklasse B: Es werden die maximalen Stromaufnahmen des Devices auf den Spannungen U_S und U_A aus dem Datenblatt entnommen.
 - o Bei einigen Devices ist die Stromaufnahme für U_S nicht immer angegeben. In diesem Fall kann davon ausgegangen werden, dass die Stromaufnahme ≤ 200 mA ist.
- Steckverbinder
 - o Ist das Device in der Schutzklasse IP67 ausgeführt, sind in der IO-Link Spezifikation die Steckverbinder M5, M8 oder M12 zugelassen. Es ist zu ermitteln, welcher Steckverbindertyp am Gerät verwendet wird. Bei einer Ausführung in der Schutzklasse IP20 gibt es keine Steckverbinder, da in der Regel Schraub- oder Klemmkontakte verwendet werden.
- Größe des Prozessabbildes
 - o Die Größe des Prozessabbildes ist für die elektrotechnische Planung der Anlage zunächst nicht relevant, sondern wird erst später, bei der Auswahl der IO-Link Master, benötigt.

In den Datenblättern der IO-Link Devices werden oft Anschlusskizzen dargestellt. Um aus diesen Skizzen Informationen ermitteln zu können, sind die verschiedenen Steckverbinder und ihre Pinbelegung in Tabelle 3 und Abbildung 8 dargestellt.

Tabelle 3: Pinbelegung der Steckverbinder

Pin	Signal	Beschreibung	Aderfarbe ¹
1	L+	24 V Spannungsversorgung (U_{S+})	braun
2	I/Q	not connected – nicht verbunden (Port Klasse A) DI – digitaler Eingang (Port Klasse A) DO – digitaler Ausgang (Port Klasse A)	weiß
	2L+	Extra Spannungsversorgung (U_{A+}) (Port Klasse B)	nicht definiert
3	L-	24 V Spannungsversorgung (U_{S-})	blau
4	C/Q	SIO Standard Input/Output oder IO-Link Kommunikation	schwarz
5	NC	nicht Verbunden (Port Klasse A)	
	2L-	Extra Spannungsversorgung (U_{A-}) (Port Klasse B)	nicht definiert

¹ Nach IEC 60947-5-2 bei vierpoligen Steckverbindern

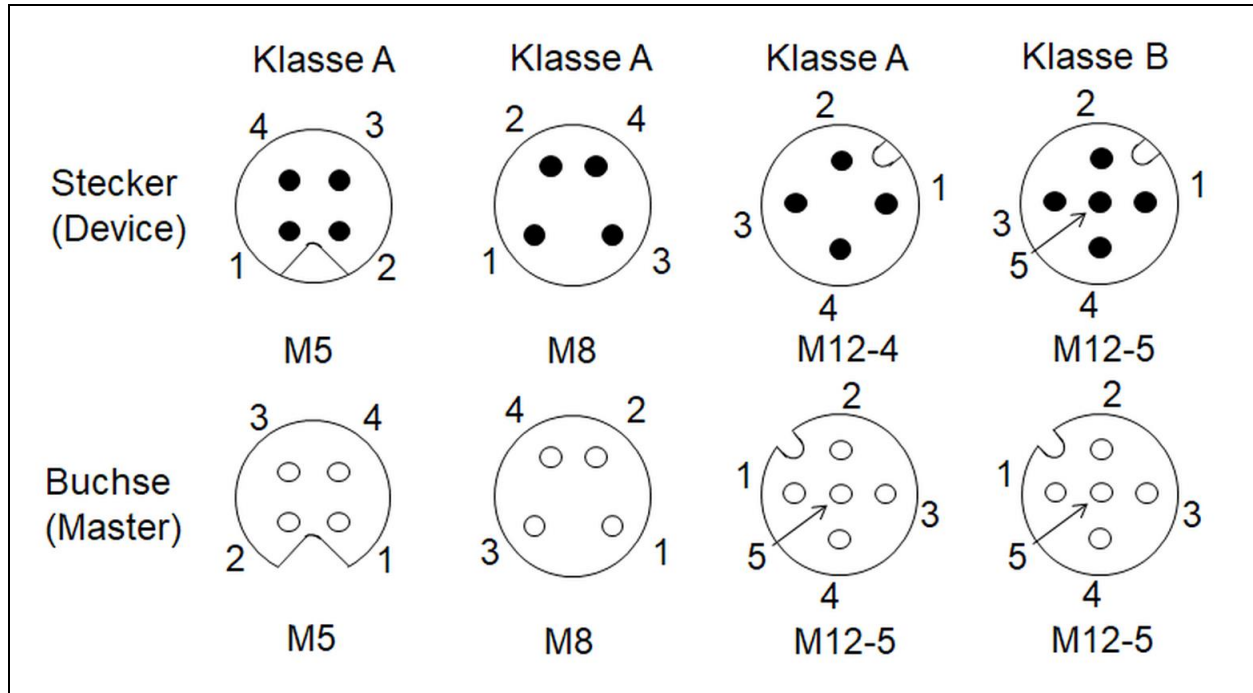


Abbildung 8: Definierte Steckverbinder



Die Portklasse B ist nur bei M12 Steckverbindern in der IO-Link Spezifikation definiert. An IO-Link Mastern, welche in der Schutzart IP 20 ausgeführt sind, können durch die freie Belegung der Klemmen trotzdem IO-Link Devices mit der Portklasse B betrieben werden. In diesem Fall wird die zusätzliche Versorgungsspannung über eine Klemmleiste realisiert.

Zum Zusammentragen dieser Informationen sollte eine Tabelle ähnlich der Tabelle 4 angelegt werden.

Tabelle 4: Beispielhafte Eigenschaften der Devices

Bezeichnung	Typ	IO-Link Version	Port-klasse	Stromaufnahme aus Spannung U_S	Stromaufnahme aus Spannung U_A	Steckverbindertyp	Größe des Prozessabbildes In/Out
B1 – B4	Drehzahlsensor	V1.1	A	50 mA	-	M12	4/0 Byte
Q11, Q21 Q31, Q41	Schütze der Antriebseinheiten	V1.1	B	n.A. (≤ 200 mA)	250 mA	IP20	2/2 Byte
Q12, Q22 Q32 Q43	Motorschutz der Antriebseinheiten	V1.1	A	5 mA	-	IP20	4/2 Byte
B5	RFID-Sensor	V1.0	A	50 mA	-	M12	8/8 Byte
B6	Lichttaster	V1.0	A	70 mA	-	M12	2/0 Byte
B71	IO-Link/Analog-Konverter	V1.1	A	25 mA	-	M12	2/2 Byte
K1	Magnetventil	V1.0	B	3 mA	400 mA	M12	4/6 Byte
P2	Signalleuchte mehrfarbig	V1.1	A	410 mA	-	M12	1/8 Byte
S1	mech. Taster	-	DI	-	-	IP20	1/0 Bit
P1	Leuchtmelder einfarbig	-	DO	150 mA über Pin 4 (C/Q)		IP20	0/1 Bit

2.2 Strukturierung/Anordnung der IO-Link Master

Die bisher betrachteten IO-Link Devices müssen nun an einen IO-Link Master angebunden werden. Dieser Master empfängt den Prozesswert von den Sensoren, dieser Prozesswert wird im Master zusammengefasst und an das überlagerte Bussystem weitergeleitet. Bei einem IO-Link Aktor wird der Prozesswert dementsprechend vom überlagerten Bussystem empfangen und an den Aktor weitergeleitet. Ein IO-LinkMaster kann nur eine bestimmte Anzahl von IO-Link Devices bedienen. Daher kommen in der Regel mehrere IO-Link-Master zum Einsatz. Im Folgenden soll festgelegt werden, wie viele IO-Link Master benötigt werden und wo diese in der Beispielanlage platziert werden sollen. Dabei ist darauf zu achten, dass die, in der Spezifikation definierte, maximale Leitungslänge von 20 m zwischen dem IO-Link Master und dem IO-Link Device nicht überschritten wird. Auf Grund dieser Einschränkung kommen in dem vorliegenden Beispiel mehrere IO-Link Master zum Einsatz. Durch eine zentrale Platzierung eines einzelnen Masters würden Leitungslängen von über 20 m auftreten.

Schaut man sich noch einmal den Aufbau der Förderbandanlage an, ist der modulare Aufbau der Anlage erkennbar. Das Bedienpult am Förderband 1 könnte jedem Förderband zugeordnet werden. Auch könnte die Weiche mit ihren Sensoren und Aktoren als Erweiterung eines bestehenden Förderbandes betrachtet werden. Der modulare Aufbau dieser Anlage senkt die Produktionskosten, da immer das „gleiche“ Basis-Förderband gebaut wird. Danach können die Förderbänder im Baukastenprinzip zu einer Förderstrecke zusammengesetzt werden und nach Bedarf mit zusätzlichen Komponenten erweitert werden. Um diesen modularen Aufbau zu wahren, wird in der Beispielanlage für jedes Förderband ein eigener IO-Link Master eingeplant.

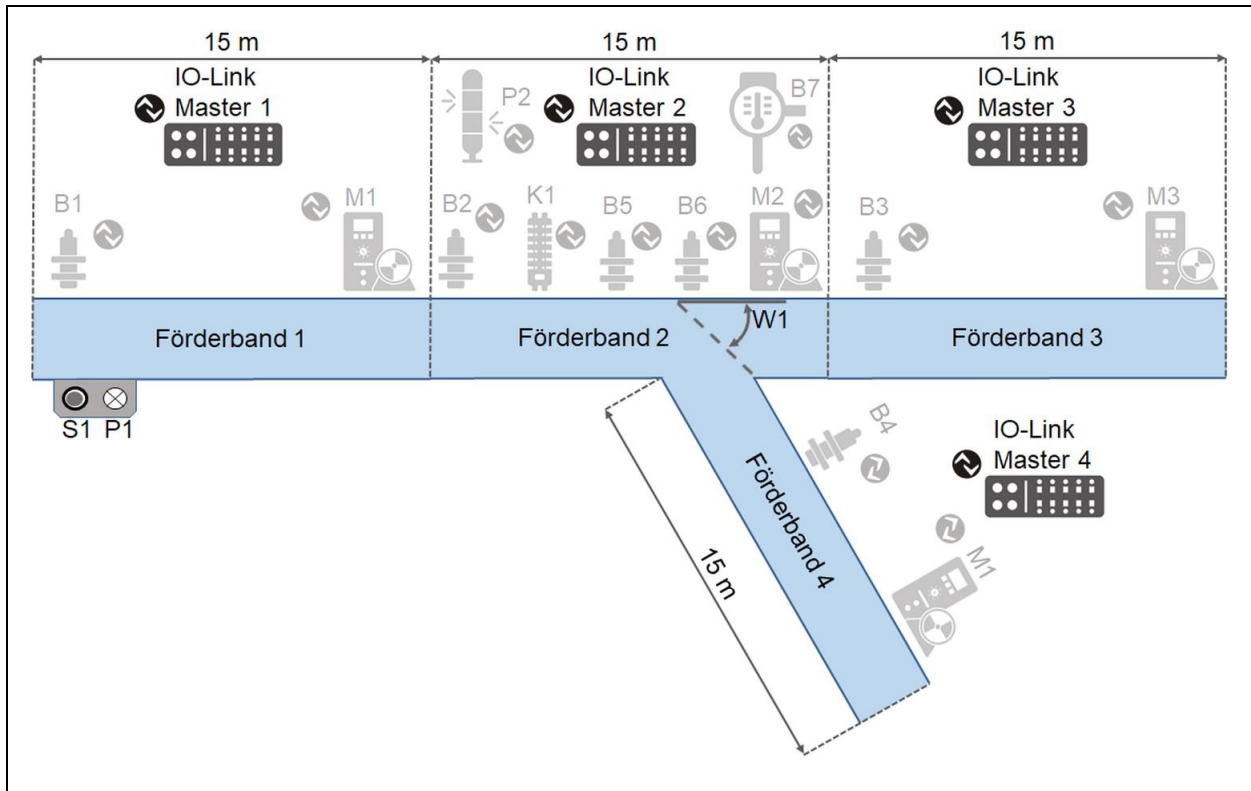


Abbildung 9: Platzierung der IO-Link Master

In der Abbildung 9 ist der oben beschriebene modulare Aufbau zu erkennen.

2.3 Auswahl der IO-Link Master

Für die Auswahl der IO-Link Master sind die folgenden Aspekte zu beachten:

- Welches übergeordnete Bussystem soll verwendet werden
- Welche Schutzklasse wird benötigt?
- Wie viele Ports werden benötigt?
- Welche Portklassen erfordern die angeschlossenen IO-Link Devices?
- Welcher Strombedarf für Port A?
- Welcher Strombedarf für Port B?



Es wird empfohlen, grundsätzlich einen IO-Link Master mit der IO-Link Version V1.1 zu verwenden. Diese sind abwärtskompatibel zu Sensoren mit der IO-Link Version 1.0.

Für die Auswahl der verschiedenen IO-Link Master der Musteranlage werden nun auf Basis von Tabelle 4 die erforderlichen Eigenschaften definiert. Zunächst wird folgende Festlegung für alle IO-Link Master vorgenommen:

- ⇒ Alle IO-Link Master sollen IO-Link Version V1.1 aufweisen und in der Schutzklasse IP67 ausgeführt sein.

Im nächsten Schritt erfolgen nun weitere Festlegungen. Hierzu werden für jedes der geplanten Förderbänder die Eigenschaften der angeschlossenen Devices in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

Tabelle 5: Eigenschaften der anzuschließenden Devices am Förderband 1

Bezeichnung	Typ	Port- klasse A	Port- klasse B	Strom I_S^2	Strom I_A^3
B1	Drehzahlsensor	✓		50 mA	
Q11	Schütze der Antriebseinheit		✓	≤200mA	250 mA
Q12	Motorschutz der Antriebseinheit	✓		5 mA	
S1	mech. Taster				
P1	Leuchtmelder einfarbig			150 mA über Pin 4 (C/Q)	
	IO-Link Master an Förderband 1	2	1	≤405mA	250 mA

Der mechanische Taster *S1* und der Leuchtmelder einfarbig *P1* in der Tabelle 5 können an einem Port mit der Portklasse A oder B angeschlossen werden. Es muss dann der entsprechende Port als digitaler Eingang bzw. Ausgang parametrieren werden. Der Strom um einen Aktor an einem digitalen Ausgang zu betreiben wird über die Spannung U_S bezogen.

² Strom den der Master auf U_S liefern muss

³ Strom den der Master auf U_A liefern muss

Tabelle 6: Eigenschaften der anzuschließenden Devices an Förderband 2

Bezeichnung	Typ	Port- klasse A	Port- klasse B	Strom I_S	Strom I_A
B2	Drehzahlsensor	✓		50 mA	
Q21	Schütze der Antriebseinheit		✓	≤200mA	250 mA
Q22	Motorschutz der Antriebseinheit	✓		5 mA	
B5	RFID-Sensor	✓		50 mA	
B6	optischer Distanzsensor	✓		70 mA	
B71	IO-Link/Analog-Konverter	✓		25 mA	
K1	Magnetventil		✓	3 mA	400 mA
P1	Signalleuchte	✓		410 mA	
	IO-Link Master an Förderband 2	6	2	813 mA	650 mA

Tabelle 7: Eigenschaften der anzuschließenden Devices an Förderband 3

Bezeichnung	Typ	Port- klasse A	Port- klasse B	Strom I_S	Strom I_A
B3	Drehzahlsensor	✓		50 mA	
Q31	Schütze der Antriebseinheit		✓	≤200mA	250 mA
Q32	Motorschutz der Antriebseinheit	✓		5 mA	
	IO-Link Master an Förderband 3	2	1	255 mA	250 mA

Tabelle 8: Eigenschaften der anzuschließenden Devices an Förderband 4

Bezeichnung	Typ	Port- klasse A	Port- klasse B	Strom I_S	Strom I_A
B4	Drehzahlsensor	✓		50 mA	
Q41	Schütze der Antriebseinheit		✓	≤200mA	250 mA
Q42	Motorschutz der Antriebseinheit	✓		5 mA	
	IO-Link Master an Förderband 4	2	1	255 mA	250 mA

Auf Grund der Anforderungen an die IO-Link Master in Tabelle 5 bis Tabelle 8 können nun IO-Link Master von verschiedenen Herstellern gewählt werden. Eine Übersicht über die Hersteller liefert die Kompetenzmatrix der IO-Link Community auf der Homepage www.io-link.com. IO-Link Master gibt es für viele überlagerte Bussysteme und mit verschiedenen Portkonfigurationen. Es gibt IO-Link Master, welche nur Portklasse A Ports haben oder IO-Link Master, welche nur Portklasse B Ports haben oder auch IO-Link Master, welche gleichzeitig Portklasse A und B unterstützen. Da das Angebot sehr vielfältig ist, können in dieser Planungsrichtlinie nicht alle Variationen dargestellt werden.

Bevor eine Masterauswahl getroffen werden kann, muss überlegt werden, welche Strategie verfolgt werden soll.

1. Strategie 1: Einen einheitlichen IO-Link Mastertyp verwenden
Dieser müsste den maximalen Anforderungen genügen (hier IO-Link Master an Förderband 2) wäre aber für die anderen Anwendungen überdimensioniert.
2. Strategie 2: Mehrere unterschiedliche IO-Link Mastertypen verwenden
Hier würden unterschiedliche Typen zum Einsatz kommen, welche genauer auf die Anforderungen der jeweiligen Anwendung (Förderbandapplikation) zugeschnitten sind.

Tabelle 9: Vor- und Nachteile der Strategien

	Vorteile	Nachteile
Strategie 1	<ul style="list-style-type: none"> - geringer Zeitaufwand in der Planung - einfache Beschaffung und Ersatzteilversorgung (Es wird nur ein IO-Link Mastertyp benötigt) - keine Verwechslungsgefahr (identische Master an allen Förderbändern) - Identischer Aufbau an allen Förderbändern - es besteht eine Kanalreserve, die eine einfache Erweiterung der Förderbandeinheit ermöglicht 	<ul style="list-style-type: none"> - Höhere Kosten, da die Master teilweise überdimensioniert sind.

Strategie 2	- Kostengünstigere Beschaffung, da besser angepasste Komponenten zum Einsatz kommen	<ul style="list-style-type: none"> - unterschiedlicher Aufbau der verschiedenen Bänder - höherer Zeitaufwand in der Planung - komplexere Beschaffung und Ersatzteilversorgung) Es werden mehrere IO-Link Mastertypen benötigt) - Verwechslungsgefahr (unterschiedliche IO-Link Master an verschiedenen Förderbändern)
-------------	---	---

An diesem Punkt wird für den weiteren Planungsprozess die Strategie 1 weiter verfolgt. Hierfür kommt ein fiktiver IO-Link Master zum Einsatz. Es müssen nach der Auswahl des IO-Link Masters die technischen Eigenschaften überprüft werden. Im Wesentlichen besteht diese Überprüfung daraus, die Nennströme des IO-Link Masters mit den ermittelten Strömen in der Tabelle 5 bis Tabelle 8 zu vergleichen.

Tabelle 10: Beispielhafte technische Angaben des IO-Link Masters

Anzahl Ports der Portklasse A		Anzahl Ports der Portklasse B
-		8 Ports
Nennstrom Pin 1 und 3	Nennstrom Pin 4 (C/Q)	Nennstrom Pin 2 und 5
200 mA	150 mA	max. 3,5 A Summenstrom über alle Ports
max. 1,6 A über alle 8 C/Q und L+ Leitungen		



IO-Link Devices haben ein maximales Prozessabbild von 32 Byte. Nicht jeder IO-Link Master kann pro Port 32 Byte auf das übergeordnete Bussystem umsetzen. Bitte prüfen Sie die Herstellerdokumentation.

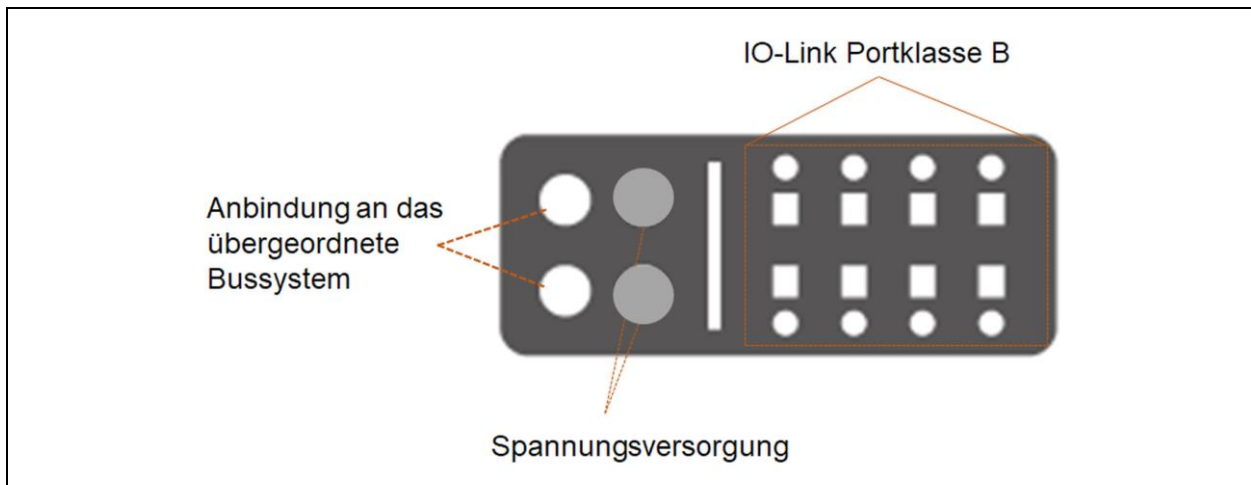


Abbildung 10: Anschlussbild des IO-Link Masters

IO-Link Master haben eine begrenzte Stromabgabe pro Port. Für die Portklasse A, also die Sensor- und Elektronikspannungsversorgung U_S , stellen die IO-Link Master laut der IO-Link Spezifikation mindestens 200 mA pro Port zur Verfügung. Die genauen Werte sind den Datenblättern der Master zu entnehmen. Bei der Portklasse B und damit über die Aktorspannungsversorgung U_A ist keine Stromabgabe im Rahmen der IO-Link Spezifikation definiert. Die maximale Stromabgabe ist den Datenblättern der IO-Link Master zu entnehmen.

Werden die Nennströme aus Tabelle 10 mit den Angaben von Tabelle 5 bis Tabelle 8 verglichen, ist zu erkennen, dass der gewählte IO-Link Master in allen Konfigurationen genügend Strom liefert.



Es gibt auf dem Markt IO-Link Devices, welche mehr als 200 mA aus der Sensor- und Elektronikspannungsversorgung benötigen. Diese Devices funktionieren nicht an jedem IO-Link Master. Bitte prüfen Sie in einem solchen Fall das Datenblatt des IO-Link Masters, ob dieser einen entsprechend höheren Strom liefern kann.

In der Beispielanlage wird davon ausgegangen, dass die Signalleuchte $P1$ an dem ausgewählten IO-Link Master funktioniert da dieser diesen höheren Strom zur Verfügung stellen kann.

2.4 Planung der Verkabelung

Nachdem die Anlagenstruktur festgelegt und die IO-Link Devices und die IO-Link Master definiert sind, erfolgt im nächsten Schritt die Planung der Verkabelung.

Bei der Verkabelung geht es in erster Linie um die Verbindung zwischen dem IO-Link Master und seinen IO-Link Devices. Für die Verkabelung reicht bei der Portklasse A eine dreidradige ungeschirmte Steuerleitung. In der Praxis werden jedoch häufig vierdradige ungeschirmte Steuerleitungen verwendet, weil diese eher bevorratet werden, als dreidradige Leitungen.

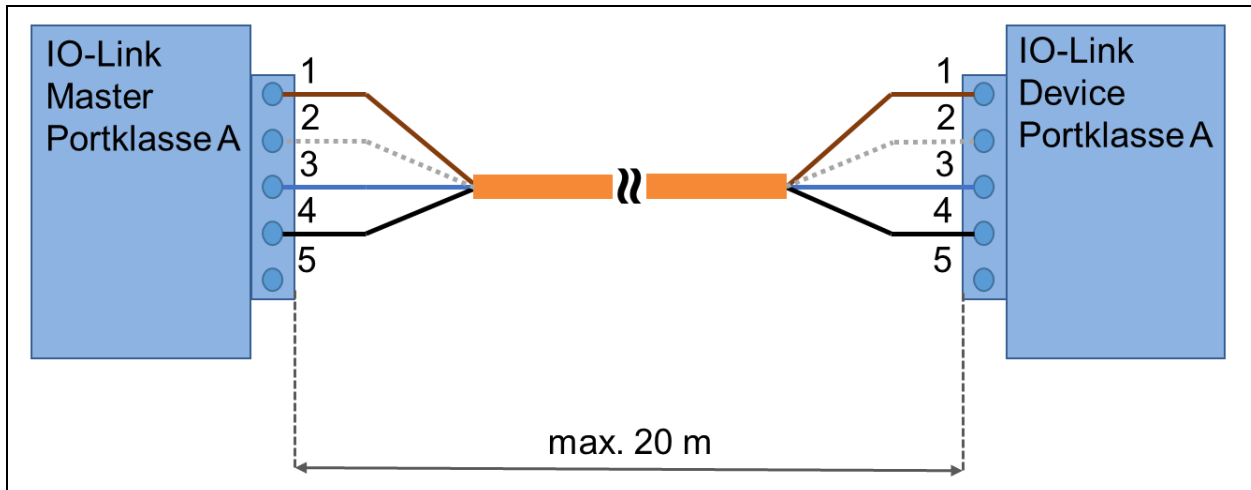


Abbildung 11: Verbindung zwischen IO-Link Master und Device bei der Portklasse A

Abbildung 11 zeigt die Verbindung eines IO-Link Masters Portklasse A mit einem IO-Link Device Portklasse A. Bei einem dreiaderigen Kabel sind die Pins 1, 3 und 4 miteinander verbunden. Damit ist die Funktion des Devices bereits gegeben. Bei Einsatz eines vieraderigen Kabels sind zusätzlich die Pins 2 miteinander verbunden. Das ist zulässig, jedoch sollte darauf geachtet werden, dass der Pin 2 des IO-Link Master, mit der Portklasse A, nicht beschaltet oder als digitaler Eingang konfiguriert ist.



Für die Verbindung eines IO-Link Devices der Portklasse A mit einem IO-Link Master mit Portklasse B wird ein dreiadriges Kabel empfohlen. Bei der Verwendung eines vier- bzw. fünfadriges Kabels liegen an den Pins 2 und 5 des Devices eine zusätzliche Spannung an. Entweder werden die Pin 2 und 5 einseitig nicht verbunden oder es ist zu klären ob diese zusätzliche Spannung am Device eine Fehlfunktion auslösen kann.

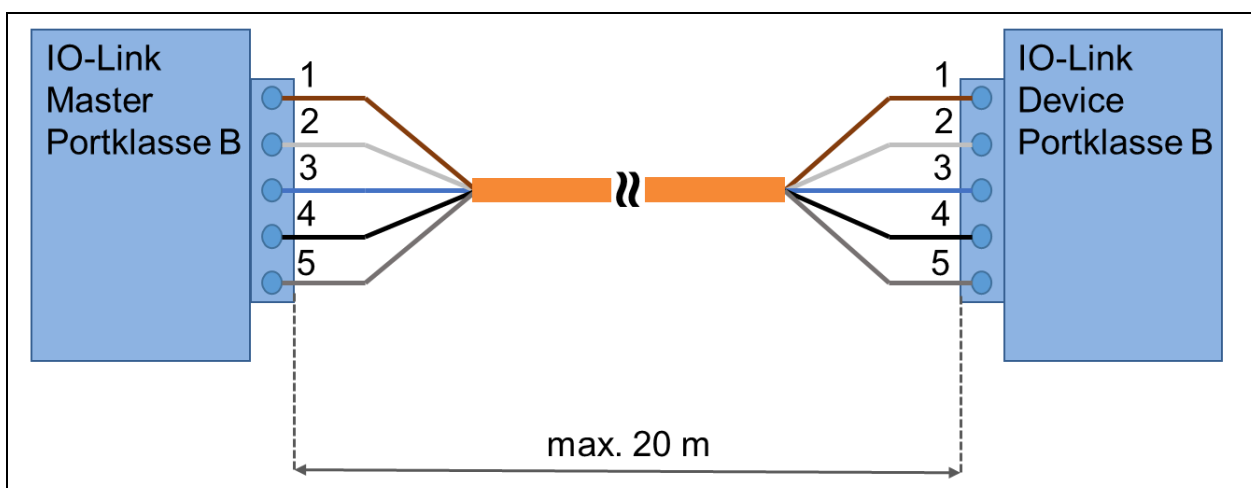


Abbildung 12: Verbindung zwischen IO-Link Master und Device bei der Portklasse B

In Abbildung 12 ist eine Verbindung zwischen einem IO-Link Master Portklasse B und einem IO-Link Device Portklasse B zusehen.

Ist das Device oder der Master in der Schutzklasse IP20 ausgeführt werden die Adern einzeln auf entsprechende Einzelklemmen aufgelegt. Für Geräte der Schutzklasse IP67 sind, die in der Abbildung 8 dargestellten, Steckverbinder definiert. Die Pinbelegung der Steckverbinder ist in der Tabelle 3 zu finden.

Tabelle 11: Übersicht der möglichen Verkabelung

Portklasse IO-Link Master	Portklasse IO-Link Device	Leitung	Hinweis
A	A	3-,4-,5-adrig	Bei Verwendung von 4- bzw. 5-adrigen Kabeln sicherstellen, dass der Pin 2 des Masters nicht beschaltet oder als digitaler Eingang konfiguriert ist oder Pin 2 nicht verbinden.
A	B	3-,4-,5-adrig	Aktorspannungsversorgung muss an das Device extern zugeführt werden.
B	A	3-,4-,5-adrig	Bei Verwendung von 4- bzw. 5-adrigen Kabeln die Pins 2 und 5 nicht verbinden oder sicherstellen das am Device keine Fehlfunktion ausgelöst wird
B	B	5-adrig	-



Bei Verwendung einer sicherheitsgerichteten Not-Aus-Abschaltung über den Master Portklasse B muss der gleichzeitige Betrieb von Devices mit Portklasse B und Portklasse A gesondert betrachtet werden.

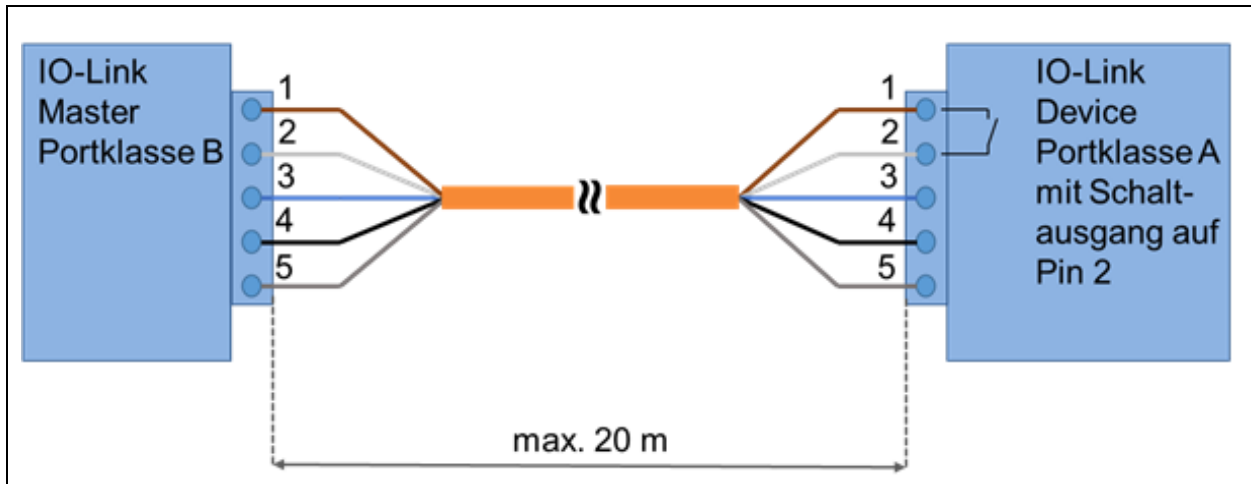



Abbildung 13: Verbindung zwischen IO-Link Master (Portklasse B) und Device (Portklasse A)

Eine Verbindung eines IO-Link Masters Portklasse B mit einem IO-Link Device Portklasse A über ein **fünffaderiges Kabel**, wie in Abbildung 13 dargestellt, ist nicht erlaubt, da eine eventuell realisierte Not-Aus-Abschaltung nicht funktioniert. Im Normalfall wird beim Betätigen eines Not-Aus-Tasters die Aktorversorgungsspannung (Pin 2) am IO-Link Master Portklasse B unterbrochen und die an den Master angeschlossenen IO-Link Aktoren der Portklasse B werden dadurch in ihren Laststromkreisen spannungsfrei (Not-Aus-Abschaltung). Ist an einen IO-Link Master Portklasse B und ein IO-Link Device mit der Portklasse A über ein fünffaderiges Kabel angeschlossen, kann unter Umständen in einem IO-Link Device, wie in Abbildung 13 dargestellt, ein Schaltkontakt zwischen dem Pin 1 und dem Pin 2 liegen. Wird dieser Kontakt geschlossen, ist die Sensorversorgungsspannung auf Pin 1 mit der Aktorversorgungsspannung auf den Pin 2 gebrückt und versorgt so die Lastkreise der Aktoren ungewollt mit Spannung. Eine Not-Aus-Abschaltung funktioniert in dieser Konstellation daher nicht.

2.5 Betrachtung der Leitungslänge, der Ströme und des Spannungsabfalls

! Bei der Planung ist darauf zu achten, dass die Leitungslänge zwischen IO-Link Master und IO Link Device maximal 20 m betragen darf.

Es ist in Bezug auf die Energieversorgung darauf zu achten, dass die am Device zur Verfügung stehende Versorgungsspannung ausreicht. Da über jeder Versorgungsleitung ein Spannungsabfall entsteht, muss der gesamte Leitungsverlauf vom Netzgerät bis zum IO-Link Device betrachtet werden. In der Abbildung 14 und Abbildung 15 ist diese Thematik dargestellt. Im folgendem werden die Spannungsabfälle auf einer Versorgungsleitung vom Netzteil über den IO-Link Master bis zum IO-Link Device exemplarisch ermittelt. Die Berechnung des Spannungsabfalls muss bei IO-Link Master mit Portklasse B für beide Versorgungsspannungen (U_S und U_A) getrennt erfolgen.

	<p>Sind die Ströme der IO-Link Devices kleiner als 200 mA, kann ein Kabel mit dem Aderquerschnitt von 0,35 mm² und der Länge von bis zu 20 m zwischen IO-Link Master und Device eingesetzt werden. Es ist keine Berechnung erforderlich.</p> <p>Die Versorgungsleitungen vom Netzgerät zum IO-Link Master sollten trotzdem hinsichtlich des Spannungsabfalls kontrolliert werden.</p>
---	--

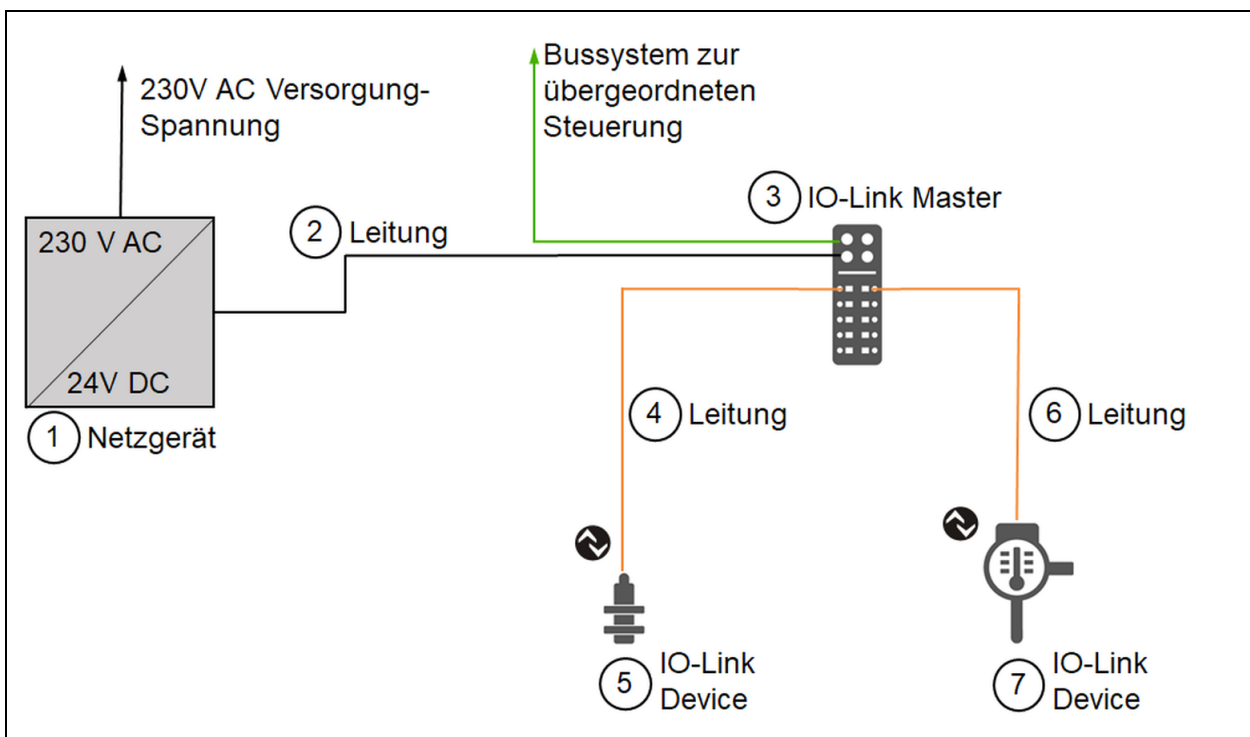


Abbildung 14: Aufbau für das Rechenbeispiel

Abbildung 14 zeigt einen exemplarischen Aufbau, der als Basis für die Berechnung des Spannungsabfalls über den Versorgungsleitungen dienen soll. Das Netzgerät ① liefert an seinem Ausgang eine 24-V-Spannung. Diese wird über eine Leitung ② zum IO-Link

Master ③ geführt und von dort an das IO-Link Device ⑤ und IO-Link Device ⑦ weitergeleitet. Es ist zu erwarten, dass auf den Leitungen ②, ④ und ⑥ Spannungsabfälle in Bezug auf die Versorgungsspannung auftreten. Für die weitere Berechnung werden die in Tabelle 12 beschriebenen Eigenschaften der Kabel und Devices angenommen

Tabelle 12: Beispielhafte Eigenschaften für die Berechnung des Spannungsabfalls

	Beschreibung	Eigenschaften
1	Netzgerät	Nennspannung 24 V DC $\pm 1\%$ Toleranz
2	Steuerleitung Netzgerät → IO-Link Master	Länge: 10 m Aderquerschnitt: 0,75 mm ²
3	IO-Link Master	Spannungsabfall: 0,5 V Nennstrom: 100 mA
4	Steuerleitung IO-Link Master → IO-Link Device 1	Länge: 15 m Aderquerschnitt: 0,35 mm ²
5	IO-Link Device 1	Nennstrom: 200 mA Nennspannung: 19 ... 30 V
6	Steuerleitung IO-Link Master → IO-Link Device 2	Länge: 15 m Aderquerschnitt: 0,35 mm ²
7	IO-Link Device 2	Nennstrom: 100 mA Nennspannung: 19 ... 30 V

Auf Basis dieser Annahmen wird im Folgenden die Berechnung des Spannungsabfalls vom Netzteil bis zum IO-Link Device gemäß Abbildung 15 näher erläutert.

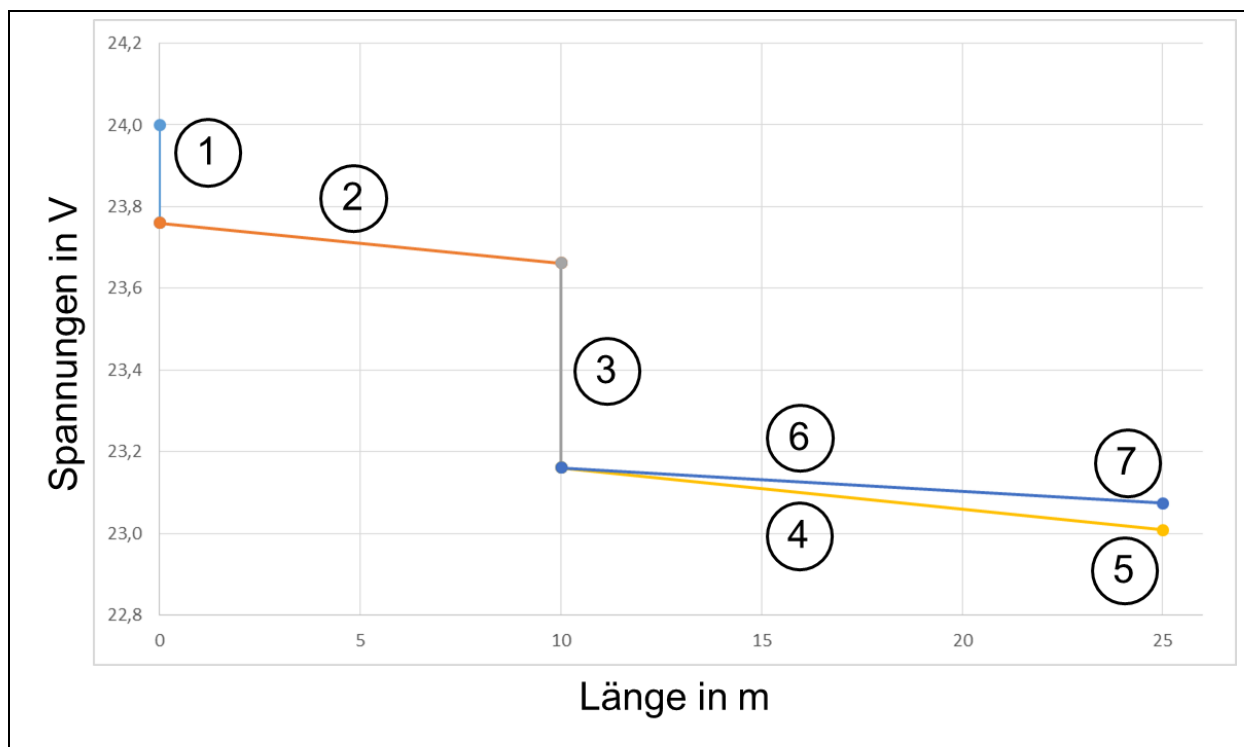


Abbildung 15: Spannungsabfälle

Punkt 1 in der Abbildung 15 ist der „Startpunkt“ der Berechnung. Für die Betrachtung des Spannungsabfalls sollte eine sogenannte „worst-case“ Berechnung durchgeführt werden. Daher wird in einem ersten Schritt der untere Grenzwert der Versorgungsspannung ($24\text{ V} \cdot (100\% - 1\%) = 23,76\text{ V}$) am Netzgerät angenommen.

Um den Spannungsabfall über der Leitung ② zwischen dem Netzgerät und dem IO-Link Master (siehe Abbildung 15) zu ermitteln, wird zunächst der Gesamtstrom auf der Leitung I_{L1} benötigt. Der Gesamtstrom auf der Leitung ② ergibt sich aus der Summe der Nennströme der angeschlossenen Devices ⑤ und ⑦ und dem Nennstrom des IO-Link Masters ③ (siehe Gleichung 1).

$$I_{L1} = I_M + I_{D1} + I_{D2} = 100\text{ mA} + 200\text{ mA} + 100\text{ mA} = 400\text{ mA} = 0,4\text{ A} \quad 1$$

Mit dem Ergebnis von Gleichung 1 kann dann unter Verwendung der Gleichungen 2 bis 4 der Spannungsabfall bestimmt werden.

$$U = R_L \cdot I \quad 2$$

$$U = R_B \cdot 2 \cdot l \cdot I \quad 3$$

$$U = \rho \cdot \frac{2 \cdot l}{A} \cdot I \quad 4$$

U : Spannungsabfall über der Leitung in V

R_L : Widerstand der Leitung in Ω

R_B : Widerstandsbelag der Leitung in Ω/m

ρ : spezifischer Widerstand des Leitungsmaterial

$$\text{Leitungskupfer } \rho = 1,69 \dots 1,75 \cdot 10^{-2} \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

l : Länge der Leitung in m

A : Aderquerschnitt in mm^2

I : Strom auf der Leitung in A

Unter Verwendung der Gleichung 4 und den technischen Angaben der Leitung ergibt sich ein Spannungsabfall von 100 mV über die Leitung ②. Demnach liegt am IO-Link Master eine Spannung von $23,77 V - 0,1 V = 23,66 V$ an.

An Punkt ③ in der Abbildung 15 ist der Spannungsabfall im IO-Link Master zu erkennen. Dieser Spannungsabfall tritt zwischen der Einspeisung und den Ports eines IO-Link Master auf. Ist dieser Wert im Datenblatt des IO-Link Masters nicht angegeben, so kann in etwa mit einem internen Spannungsabfall von 0,5 V gerechnet werden. An den Ports für den Anschluss der IO-Link Devices steht nun eine Spannung von $23,66 V - 0,5 V = 23,16 V$ zur Verfügung.

Für die Berechnungen der Spannungsabfälle über den Leitungen ④ und ⑥ wird wieder die Gleichung 4 verwendet. Der Strom I auf den Leitungen ist der Nennstrom der angeschlossenen IO-Link Devices ⑤ und ⑦.

So ergibt sich über der Leitung ④ ein Spannungsabfall von 150 mV. An dem IO-Link Device ⑤ liegt somit eine Spannung von $23,16 V - 0,15 V = 23,01 V$ an. Diese Spannung ist für das IO-Link Device ausreichend (siehe Nennspannungsbereich in Tabelle 12).

Über der Leitung ⑥ ergibt sich ein Spannungsabfall von 90 mV. Damit liegt an dem IO-Link Device ⑦ eine Spannung von $23,16 V - 0,09 V = 23,07 V$ an. Auch diese Spannung ist für das IO-Link Device ausreichend (siehe Nennspannungsbereich in Tabelle 12).



Die Spannungen U_S und U_A müssen bei der Berechnung des Spannungsabfalls getrennt betrachtet werden.



Es sind nur die üblichen Vorschriften zur Leitungsverlegung zu beachten, wie z. B. Schutz gegen Beschädigung, Einhaltung von Mindestbiegeradien, etc..

2.6 Dokumentation der Ergebnisse

Nachdem alle relevanten Punkte der Hardware seitigen Planung erledigt wurden, müssen die Ergebnisse dokumentiert werden. Die Dokumentation sollte aus folgenden Elementen bestehen:

- Tabelle 4: Beispielhafte Eigenschaften der Devices
- Tabelle 10: Beispielhafte technische Angaben des IO-Link Masters
- Tabelle 13: Dokumentation der Belegung der IO-Link Master
- Abbildung 16: Topologie von Förderband 1
- Abbildung 17: Topologie von Förderband 2
- Abbildung 18: Topologie von Förderband 3 und 4
- Datenblätter der IO-Link Devices und des IO-Link Masters

Die folgende Tabelle 13 zeigt nun die Zuordnung der IO-Link Devices zu den Ports der IO-Link Master.

Tabelle 13: Dokumentation der Belegung der IO-Link Master

IO-Link Master	Port-nummer	Port-klasse	Device	Parametrierung
IO-Link Master 1 Förderband 1	1	B	B1 – Drehzahlsensor	IO-Link
	2	B	Q12 – Motorschutzschalter	IO-Link
	3	B	S1 – mech. Taster	digitaler Eingang
	4	B	Q11 – Leistungsschütz	IO-Link
	5	B	P1 – Leuchtmelder	digitaler Ausgang
	6	B	-	deaktiviert
	7	B	-	deaktiviert
	8	B	-	deaktiviert
IO-Link Master 2 Förderband 2	1	B	B3 – Drehzahlsensor	IO-Link
	2	B	Q32 – Motorschutzschalter	IO-Link
	3	B	B5 – RFID-Sensor	IO-Link
	4	B	B6 – optischer Distanzsensor	IO-Link
	5	B	P2 – Signalleuchte	IO-Link

	6	B	Q32 – Leistungsschütz	IO-Link
	7	B	K1 – Magnetventil	IO-Link
	8	B	B71 – IO-Link/Analog Konverter	IO-Link
IO-Link Master 3 Förderband 3	1	B	B3 – Drehzahlsensor	IO-Link
	2	B	Q32 – Motorschutzschalter	IO-Link
	3	B	Q32 – Leistungsschütz	IO-Link
	4	B	-	deaktiviert
	5	B	-	deaktiviert
	6	B	-	deaktiviert
	7	B	-	deaktiviert
	8	B	-	deaktiviert
IO-Link Master 4 Förderband 4	1	B	B4 – Drehzahlsensor	IO-Link
	2	B	Q42 – Motorschutzschalter	IO-Link
	3	B	Q42 – Leistungsschütz	IO-Link
	4	B	-	deaktiviert
	5	B	-	deaktiviert
	6	B	-	deaktiviert
	7	B	-	deaktiviert
	8	B	-	deaktiviert

Im Weiteren wird nun von Abbildung 16: Topologie bis Abbildung 18 die Verkabelung der einzelnen Förderbandsegmente beschrieben.

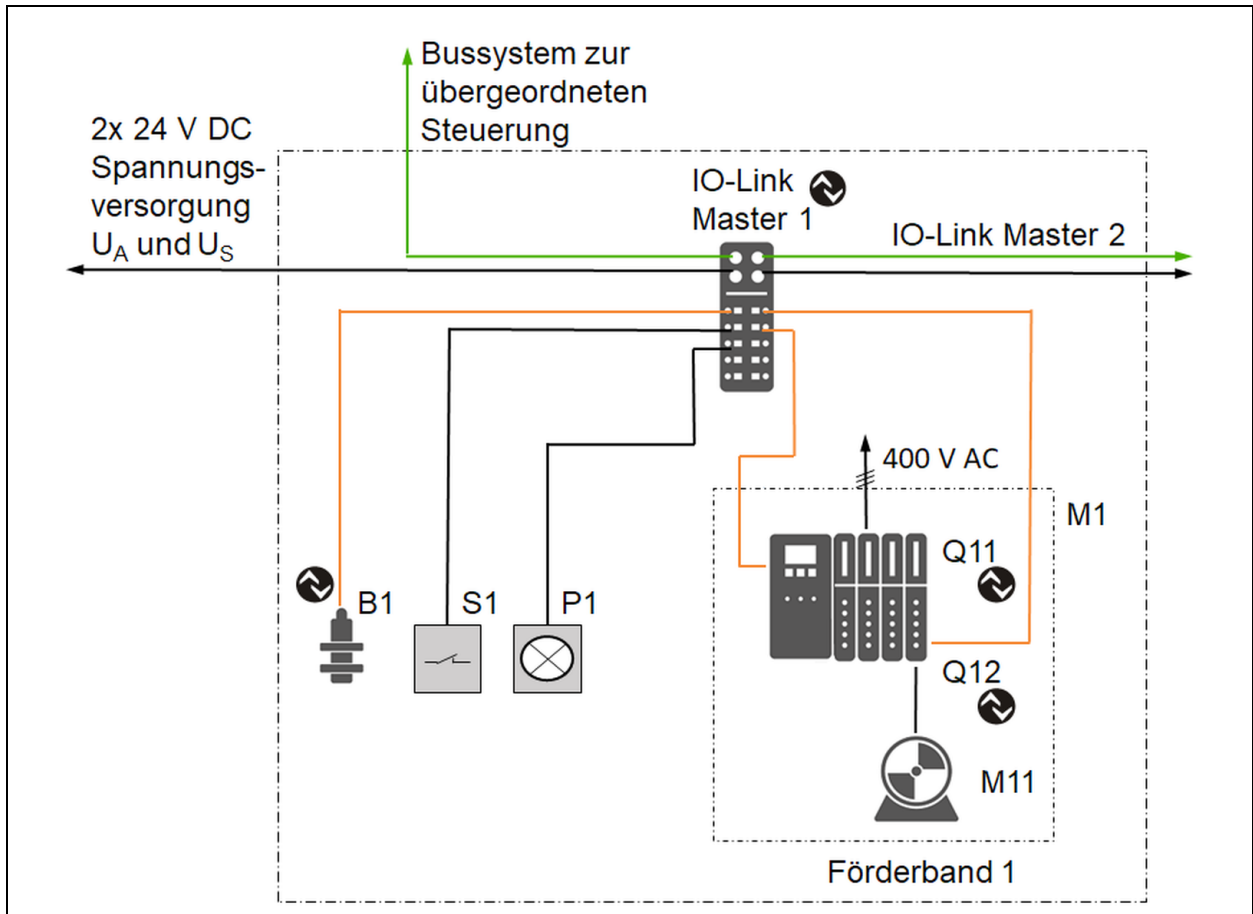


Abbildung 16: Topologie von Förderband 1

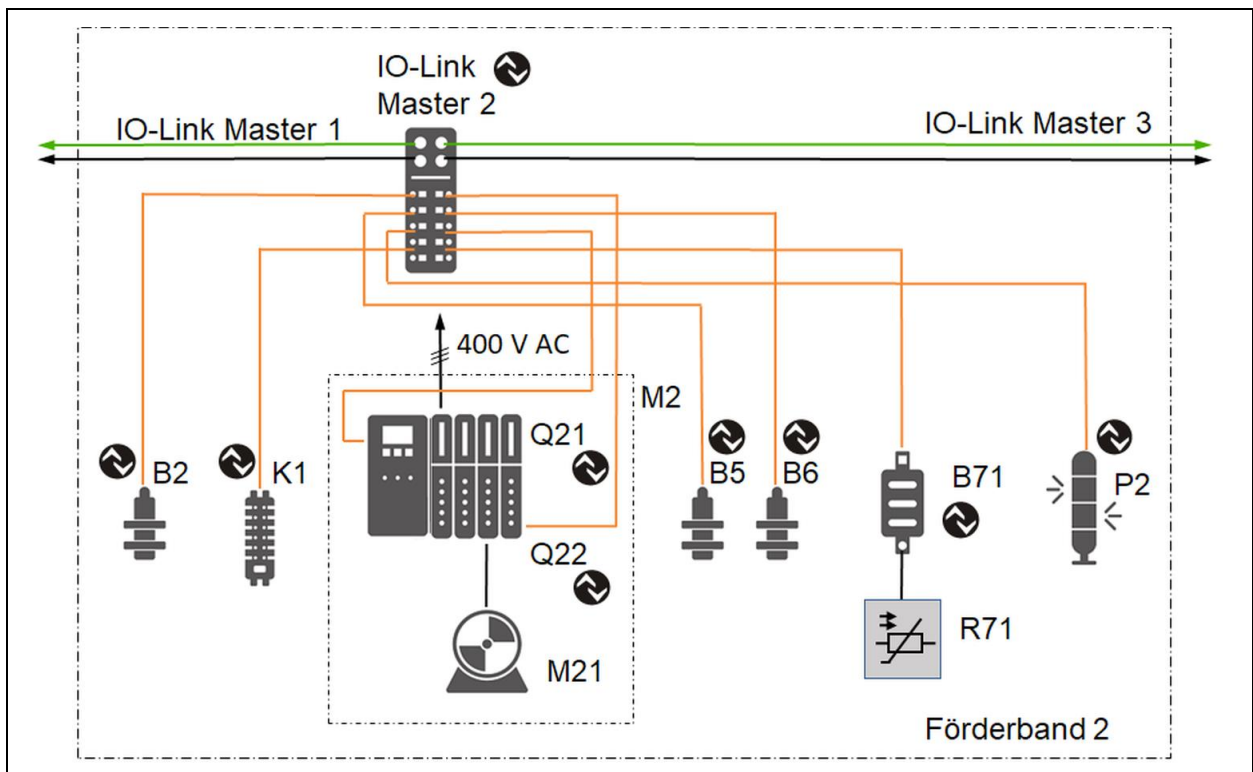


Abbildung 17: Topologie von Förderband 2

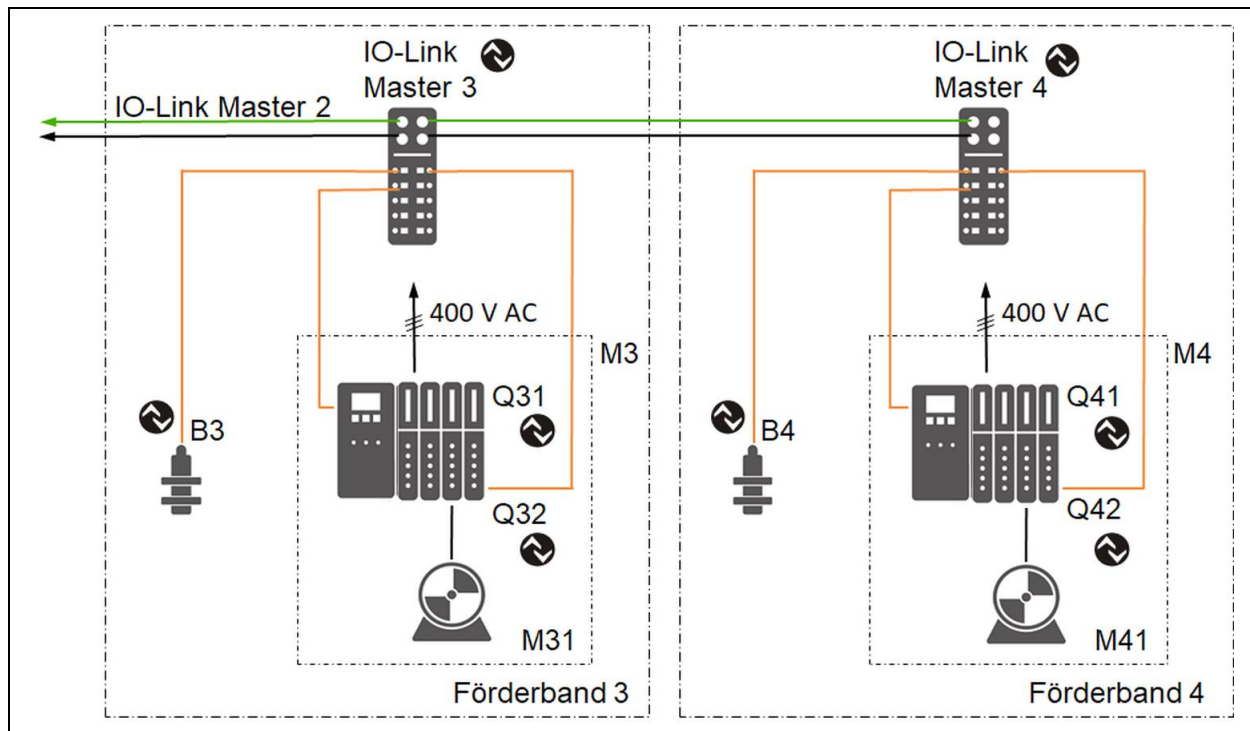


Abbildung 18: Topologie von Förderband 3 und 4

3 Schlusswort

Die IO-Link Planungsrichtlinie hat zum Ziel, die Leser in einer handlungsorientierten Form an die Planung und das Engineering einer Automatisierungsanlage mit IO-Link Komponenten heranzuführen. Eine exemplarische Musteranlage hilft dabei die Schwierigkeiten der elektrotechnischen Planung aufzuzeigen und diese zu lösen.

IO-Link Planungsrichtlinie

Version März 2018

Bestellnummer 10.911

Herausgeber

IO-Link Firmengemeinschaft
c/o PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO)
Haid-und-Neu-Str. 7
76131 Karlsruhe
Deutschland

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


Haftungsausschluss

Die IO-Link Firmengemeinschaft hat den Inhalt dieser Broschüre mit großer Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Eine Haftung der IO-Link Firmengemeinschaft, gleich aus welchem Rechtsgrund, ist ausgeschlossen. Die Angaben in dieser Broschüre werden jedoch regelmäßig überprüft. Notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar.

Die in dieser Broschüre wiedergegebenen Bezeichnungen können Warenzeichen sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann**.

Diese Broschüre ist nicht als Ersatz der einschlägigen IEC-Standards und der IO-Link Spezifikationen und Profile gedacht, die in allen Zweifelsfällen unbedingt beachtet werden müssen.

© Copyright by PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. 2018. All rights reserved.

**  **IO-Link**® ist ein eingetragenes Warenzeichen. In Verbindung mit Produkten und Dienstleistungen darf es grundsätzlich von Mitgliedern der IO-Link-Firmengemeinschaft und von Nicht-Mitgliedern, die eine entsprechende Lizenz erworben haben, verwendet werden. Genauere Hinweise zur Nutzung finden Sie in den Regeln der IO-Link Community Regeln unter: www.io-link.com.



Weitere Informationen über IO-Link:
www.io-link.com



IO-Link Firmengemeinschaft
c/o PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO)
Haid-und-Neu-Str. 7 · 76131 Karlsruhe · Deutschland
Tel.: +49 721 96 58 590 · Fax: +49 721 96 58 589
E-Mail: info@io-link.com
www.io-link.com