

Application Note DK9221-0909-0008

I/O-Systeme

Keywords

2-Leitersensoren
 3-Leitersensoren
 EN 61131-2
 Digitaler Eingang
 Eingangscharakteristik
 Feldbus Box
 EtherCAT Box
 Busklemme
 EtherCAT-Klemme

Beckhoff-I/O-Systeme: Digitale Eingänge für 2- und 3-Leitersensoren nach EN 61131-2

In diesem Application Example wird erläutert, warum bei der Auswahl von digitalen Eingängen für unterschiedliche Sensoren die Charakteristik des Eingangs maßgeblich ist. Nach der Norm EN 61131-2 für stromziehende digitale Eingänge sind drei Typen definiert, die sich in Stromaufnahme und Logikpegel unterscheiden und untereinander nur bedingt kompatibel sind. Die Grundlagen und Grenzwerte der Norm sowie eine Übersicht der EN-61131-2-Produkte von Beckhoff, die auch unter www.beckhoff.de/EN61131-2 zu finden ist, werden vorgestellt.

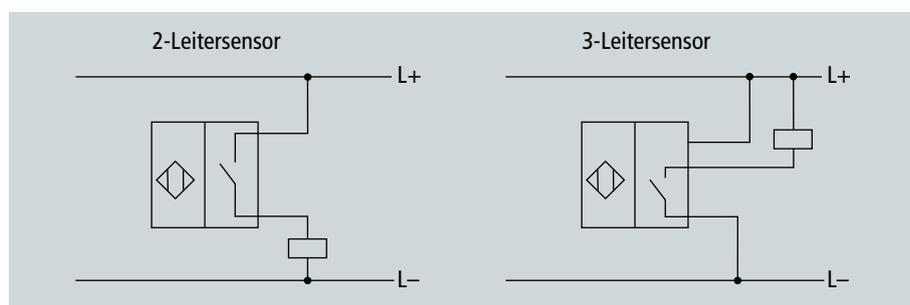


Abb. 1 links: Spannungsversorgung und Signal auf einer Leitung, rechts: separate Leitungen für Spannung und Signal

Unterschied zwischen 2- und 3-Leitersensoren

Bei der Aufnahme von digitalen Eingangssignalen im I/O-Feld besteht ein grundsätzlicher Zielkonflikt: Im Gegensatz zu 3-Leitersensoren reduzieren 2-Leitersensoren den Verdrahtungsaufwand und den Materialeinsatz, jedoch verursacht der

Application Note DK9221-0909-0008

I/O-Systeme

erforderliche Stromfluss zum Betrieb des Sensors eine konstante Verlustleistung mit entsprechender Abwärme an den I/O-Modulen. 3-Leitersensoren haben eine externe Spannungsversorgung, die digitalen Eingänge für diesen Sensortyp haben eine geringe Leistungsaufnahme. 2-Leitersensoren führen Signal und Versorgungsspannung über dieselbe Leitung. Um den Sensor funktionsfähig zu halten, fließt daher ein permanenter Mindeststrom, der sogenannte Ruhe- oder Reststrom, über die Leitungen und über den digitalen Eingang. Der Reststrom muss geringer als die Schaltschwelle der nachfolgenden Spule oder des nachfolgenden Schaltelements sein, aber auch den zuverlässigen Betrieb des Sensors gewährleisten.

Die Auswahl von Sensoren und digitalen Eingängen der Steuerung erfolgt nach der Norm EN 61131-2:2003, an welche die Hersteller von Betriebsmitteln und Peripheriegeräten der Steuerung gebunden sind. Die Norm beschreibt die Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen für die SPS, um eine Kompatibilität von Peripheriegeräten und Steuerungen zu gewährleisten. Abhängig vom Schwellwert (Übersicht dazu auf Abb. 2) für den Wechsel von high auf low sind die digitalen Eingänge entweder für 2- oder für 3-Leitersensoren geeignet, da der Reststrom auch über den digitalen Eingang der Steuerung abfließt.

Warum gibt es drei Typen?

Die drei Typen (1-3) unterscheiden die Entwicklungsschritte in der Sensortechnik. Typ 1 eignet sich für elektromechanische Schaltgeräte wie Relaiskontakte, Drucktaster, Schalter usw. und stammt aus der Zeit, als man hauptsächlich mechanische Kontakte eingesetzt hat und Halbleiter noch nicht soweit verbreitet waren. Daher eignet sich der Typ 1 nur sehr eingeschränkt bzw. überhaupt nicht für den Einsatz von 2-Leitersensoren, für welche ein hoher Ruhestrom benötigt wird. Aus diesem Grund erfolgte eine Trennung von digitalen Eingängen für 3-Leiter- und 2-Leitersensoren, die in der Norm durch Typ 1 und Typ 2 erfolgt.

Im Vergleich zum aktuellen Stand der Technik war die Leistungsaufnahme von Halbleiter-basierten Schaltungen in den früheren 2-Leitersensoren um ein Vielfaches höher. Daher ist laut EN 61131-2 eine maximale Stromaufnahme von 30 mA durch den Sensor möglich, dieser Wert ist an die Norm für 2-Draht-Näherungsschalter IEC 60947-5-2 angepasst. Schöpft man diesen Bereich voll aus, sind digitale Eingänge vom Typ 2 als mehrkanalige Eingangsmodule technisch nicht realisierbar: Eine Stromaufnahme von 30 mA pro Kanal ergäbe bei den derzeit typischen Kanaldichten von 8 bis 16 oder auch 32 Kanälen eine Stromaufnahme von 240 mA bis 480 mA oder auch 960 mA pro Modul. Selbst bei 24-V-DC-Kleinspannung läge die Leistungsaufnahme von 16 digitalen Eingangskanälen bei 11.520 mW. Beckhoff bietet Typ-2-Eingänge in den Packungsdichten 2, 4, 8 und auch 16 an, die Eingänge haben den nach Abb. 3 typischen Kennlinienverlauf und eine Stromaufnahme von mindestens 6 mA. Grundsätzlich können digitale Eingänge vom Typ 2 auch als Typ 1 oder 3 verwendet werden, die Leistungsaufnahme ist dann jedoch unnötig hoch.

Application Note DK9221-0909-0008

I/O-Systeme

Digitaler Eingang	geeignet für	Pegel 0 „LOW“		Übergang		Pegel 1 „HIGH“	
		U [V]	I [mA]	U [V]	I [mA]	U [V]	I [mA]
Typ 1	3-Leitersensoren, mechanische Schaltkontakte	-3/15 (5)	nd/15	5/15	0,5/15	15/30	2/15
Typ 2	2-Leitersensoren, Halbleitertechnik	-3/11 (5)	0...2/30	5/11	2/30	11/30	6/30
Typ 3	2-/3-Leitersensoren, reduzierte Leistungsaufnahme	-3/11 (5)	0...1,5/15	5/11	1,5/15	11/30	2/15
		angegeben in min/max					

Abb. 2 Logikpegel für stromziehende digitale Eingänge (24 V DC) von Beckhoff, harmonisiert nach EN 61131-2

Mit der zunehmende Dezentralisierung und Miniaturisierung in der Steuerungstechnik war eine Erhöhung der Packungsdichte bei digitalen Eingängen erforderlich, um Bauraum im Schaltschrank und an der Anlage zu gewinnen. Da auch der Ruhestrom nach heutigen Ansprüchen nicht mehr notwendig ist, wurde der Typ 3 in der Norm definiert. Gerade bei höheren Spannungen haben digitale Eingänge vom Typ 3 eine geringere Leistungsaufnahme als die vom Typ 2 und liefern trotzdem den erforderlichen Ruhestrom zur Sensorversorgung. Typ-3-Eingänge haben eine geringe Abwärme und erlauben eine höhere Kanaldichte pro Modul, sie können außerdem sowohl als Typ-2- und Typ-1-Eingänge verwendet werden.

Betriebsbereiche für Strom ziehende digitale Eingänge

Die folgende Grafik zeigt die Grenzen und Betriebsbereiche für Strom ziehende digitale Eingangsstromkreise, wie sie entsprechend der EN 61131-2 bei Beckhoff umgesetzt werden. Der Betriebsbereich besteht aus dem „Ein-Bereich“, dem „Übergangs-Bereich“ und dem „Aus-Bereich“. Es ist notwendig, dass sowohl U_{\min} als auch I_{\min} überschritten werden, um den „Aus-Bereich“ zu verlassen, und dass I_{\min} vor U_{\min} überschritten wird, um in den „Ein-Bereich“ zu gelangen: Alle Eingangs-U/I-Kennlinien müssen sich innerhalb dieser Grenzbedingungen bewegen. Der Bereich unterhalb 0 V ist nur bei DC-Eingängen ein gültiger Teil des „Aus-Bereiches“.

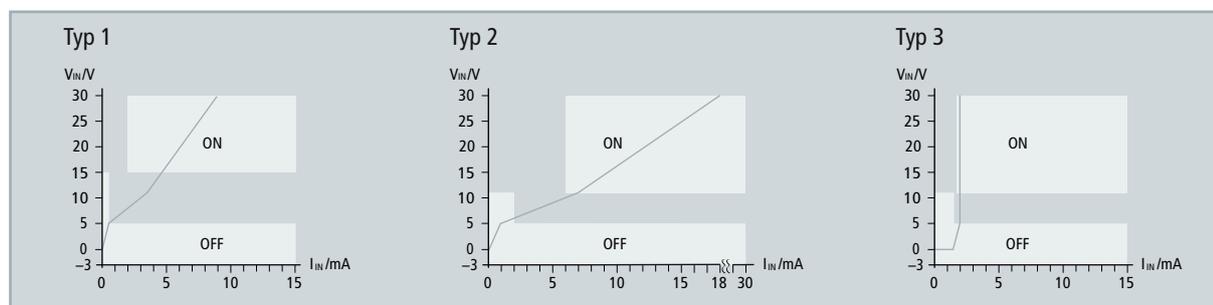


Abb. 3 Kennlinien der drei Eingangstypen (24 V DC) von Beckhoff

Application Note DK9221-0909-0008

I/O-Systeme

Einsatzfähigkeit

Die Wärmeentwicklung innerhalb des Schaltschranks ist im Schaltschrankbau von großer Bedeutung, daher ist auf Typ-2-Eingänge mit hoher Stromaufnahme zu verzichten. Bei klimatisierten Schaltschränken ist dieser Aspekt von besonderer Bedeutung, um zur Auslegung des Klimagerätes die Abwärme der Eingangsmodule in der Wärmebilanz zu berücksichtigen. Da die Typen untereinander kompatibel sind, kann die Auswahl auch vereinfacht werden, indem nur Typ-3-Eingänge verbaut werden. Besonders vorteilhaft ist die Anwendung von digitalen Eingängen des Typ 3, bei denen die angeschlossenen 2-Leitersensoren im High/On-Zustand über eine Strombegrenzung versorgt werden. Diese Eingänge sind damit für Sensoren mit einem hohen Ruhestrom geeignet und bieten trotzdem die verringerte Leistungsaufnahme. Der konstante Stromfluss lässt die Verlustleistung nicht quadratisch sondern linear ansteigen. Die von Beckhoff angebotenen digitalen Eingänge mit Typ-3-Charakteristik arbeiten nach dem hier beschriebenen Prinzip. Die Eingänge sind als Busklemmen, EtherCAT-Klemmen, Feldbus Box oder EtherCAT Box erhältlich und können über die entsprechenden Koppler in jede vorliegende Steuerungsumgebung und in jeden Kommunikationsbus integriert werden. Die Feldbus-Box- und EtherCAT-Box-Familien sind IP-67-Module und können ohne Klemmenkasten direkt an der Maschine platziert werden.

Übersicht der digitalen Eingangsmodule von Beckhoff

Folgende Produkte entsprechen ausschließlich der Spezifikation nach **Typ 1**

Busklemmen

- KL1212 | 2-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
- KM1002 | 16-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
- KM1012 | 16-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20
- KM1004 | 32-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
- KM1014 | 32-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20
- KM1008 | 64-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
- KM1018 | 64-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20

EtherCAT-Klemmen

- EL1034 | 4-kanalig, potenzialfrei, 24 V DC, IP 20
- EL1134 | 4-kanalig, 48 V DC, IP 20
- EL1262 | 2-kanalig, Oversampling, 24 V DC, IP 20
- EL1512 | 2-kanalig, 16-Bit-Zähler, 24 V DC, IP 20

Folgende Produkte entsprechen ausschließlich der Spezifikation nach **Typ 2**

Busklemmen

- KL1302 | 2-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
- KL1312 | 2-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20
- KL1304 | 4-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20

Application Note DK9221-0909-0008

I/O-Systeme

KL1314 | 4-kanalig, 2 x 0 V DC, 2 x 24 V DC, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20

KL1434 | 4-kanalig, 4 x 24 V DC, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20

Feldbus Box

IE100x | 8-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 65

IE101x | 8-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 65

IE1502 | 2-kanalig, 32-Bit-Zähler, 24 V DC, IP 65

IE230x | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 65

IE231x | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 65

IE232x | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 2 A max, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 65

IE233x | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 2 A max, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 65

IE240x | 16-kanalig, 8 Eingänge, 8 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 65

IL230x-Bxxx | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP65

IL230x-Cxxx | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP65

IP1502 | 2-kanalig, 32-Bit-Zähler, 24 V DC, IP65

IP100x | 8-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP65

IP101x | 8-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP65

IP230x | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 65

IP231x | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 65

IP232x | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 2 A max, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 65

IP233x | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 2 A max, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 65

IP240x | 16-kanalig, 8 Eingänge, 8 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 65

EtherCAT-Klemmen

EL1024 | 4-kanalig, für 4 Sensoren, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20

Folgende Produkte entsprechen der Spezifikation nach **Typ 3**

Busklemmen

KL1002 | 2-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20

KL1012 | 2-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20

KL1104 | 4-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20

KL1114 | 4-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20

KL1402 | 2-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20

KL1412 | 2-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20

KL1404 | 4-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20

KL1414 | 4-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20

KL1408 | 8-kanalig, positiv schaltend, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20

Application Note DK9221-0909-0008

I/O-Systeme

KL1418 | 8-kanalig, positiv schaltend, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20
 KL1808 | 8-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
 KL1809 | 16-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
 KL1819 | 16-kanalig, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20
 KL1859 | 16-kanalig, 8 Eingänge, 8 Ausgänge, Filter 3,0 ms, 0,5 A max, 24 V DC, IP20
 KL1862 | 16-kanalig, Flachbandkabel, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
 KL1872 | 16-kanalig, Flachbandkabel, Filter 0,2 ms, 24 V DC, IP 20

EtherCAT-Klemmen

EL100x | 2-/4-/8-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
 EL101x | 2-/4-/8-kanalig, Filter 10 μ s, 24 V DC, IP 20
 EL1104 | 4-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
 EL1114 | 4-kanalig, Filter 10 μ s, 24 V DC, IP 20
 EL1202 | 2-kanalig, < 1 μ s Eingangsverzögerung, ähnlich EN 61131-2, 24 V DC, IP 20
 EL1252 | 2-kanalig, Time-Stamp, < 1 μ s Eingangsverzögerung, ähnlich EN 61131-2, 24 V DC, IP 20
 EL1804 | 4-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
 EL1814 | 4-kanalig, Filter 10 μ s, 24 V DC, IP 20
 EL1808 | 8-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
 EL1809 | 16-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
 EL1819 | 16-kanalig, Filter 10 μ s, 24 V DC, IP 20
 EL1859 | 16-kanalig, 8 Eingänge, 8 Ausgänge, Filter 3,0 ms, 0,5 A max, 24 V DC, IP20
 EL1862 | 16-kanalig, Flachbandkabel, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 20
 EL1872 | 16-kanalig, Flachbandkabel, Filter 10 μ s, 24 V DC, IP 20

EtherCAT Box

EP1008 | 8-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 65
 EP1018 | 8-kanalig, Filter 10 μ s, 24 V DC, IP 65
 EP1258 | 8-kanalig, 2-Kanal-Time-Stamp, Filter 10 μ s, ähnlich EN 61131-2, 24 V DC, IP 65
 EP1518 | 8-kanalig, 32-Bit-Zähler, Filter einstellbar 0...100 ms, 24 V DC, IP65
 EP1809 | 16-kanalig, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 65
 EP1816-0008 | 16-kanalig, D-Sub, 0,5 A max, Filter 10 μ s, 24 V DC, IP 65
 EP2308 | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 3,0ms, 24 V DC, IP 65
 EP2316-0003 | EP2316-0003 | 6-kanalig, 8 Eingänge, 8 Ausgänge, 0,5 A max, 24 V DC, IP65
 EP2316-0008 | 16-kanalig, D-Sub, 8 Eingänge, 8 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 10 μ s, 24 V DC, IP 65
 EP2318 | 8-kanalig, 4 Eingänge, 4 Ausgänge, 0,5 A max, Filter 10 μ s, 24 V DC, IP 65
 EP2338 | 8-kanalig, E/A wählbar, 0,5 A max, Filter 10 μ s, 24 V DC, IP 65
 EP2339 | 16-kanalig, E/A wählbar, 0,5 A max, Filter 3,0 ms, 24 V DC, IP 65

Application Note DK9221-0909-0008

I/O-Systeme

- EN61131-2-kompatible Produkte www.beckhoff.de/EN61131-2
- Der universelle Baustein der Automatisierung www.beckhoff.de/Busklemmen
- EtherCAT www.beckhoff.de/EtherCAT
- Die kompakten IP-67-Module www.beckhoff.de/Feldbusbox
- Durchgängig EtherCAT bis in die IP-67-Welt www.beckhoff.de/EtherCAT-Box

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben. Eine detaillierte Beschreibung unserer Produkte enthalten unsere Datenblätter und Dokumentationen, die darin enthaltenen produktspezifischen Warnhinweise sind unbedingt zu beachten. Die aktuelle Version der Datenblätter und Dokumentationen finden Sie auf unserer Homepage (www.beckhoff.de).

© Beckhoff Automation GmbH, September 2009

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.