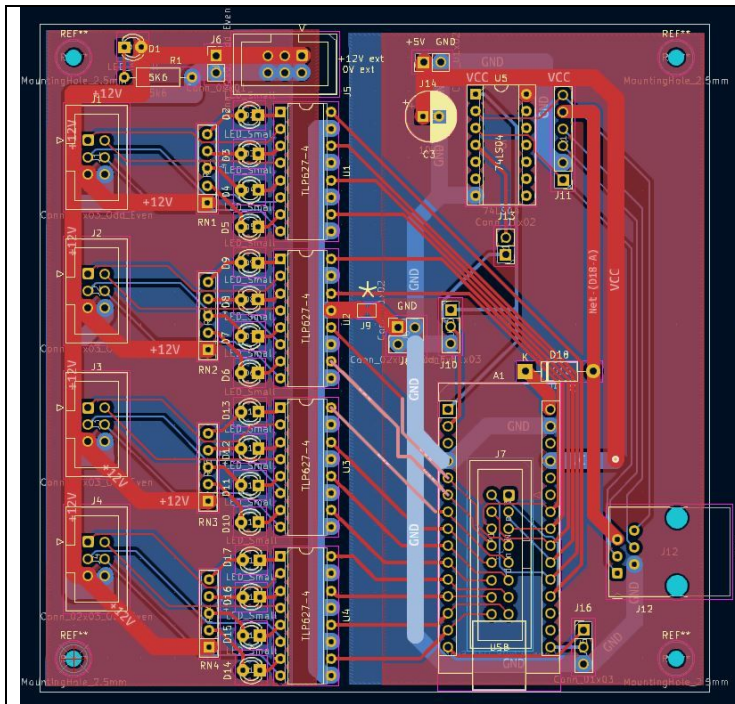


Optokopplerplatine

Arduino-Nano und Belegtmelder

Platine der Optokoppler



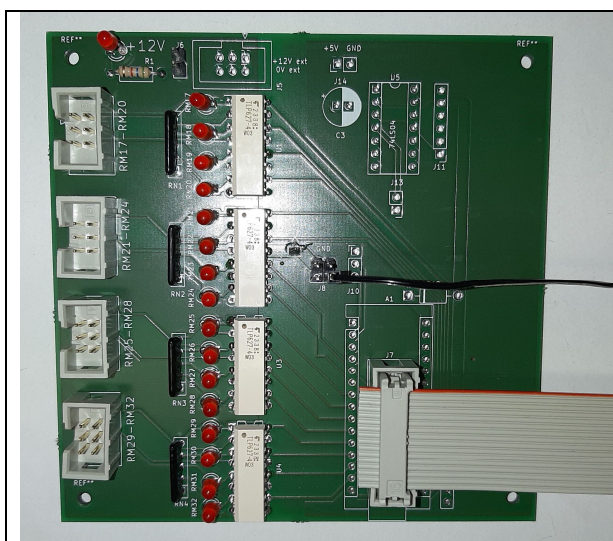
Der linke Platinenteil für den Anschluss der Belegtmelder ist potentialgetrennt vom rechten Teil mit Arduino-Potential.

Jeweils vier Optokoppler sind in einem IC vereinigt. Vier ICs sind für 16 Melder erforderlich.

Die Platine ist für drei unterschiedliche Anwendungen ausgelegt und wird entsprechend der Anwendung bestückt.

Belegtmelder 1 – 16

Die 16 Belegtmelderanschlüsse der USB-Box lassen sich direkt über ein Flachbandkabel mit der Optkopplerplatine verbinden. Im rechten Platinenteil ist lediglich die Steckerwanne J7 für das Flachbandkabel und ein oder mehrere Massekontakte (z.B. J8) erforderlich. Der Arduino-Nano ist nicht erforderlich.

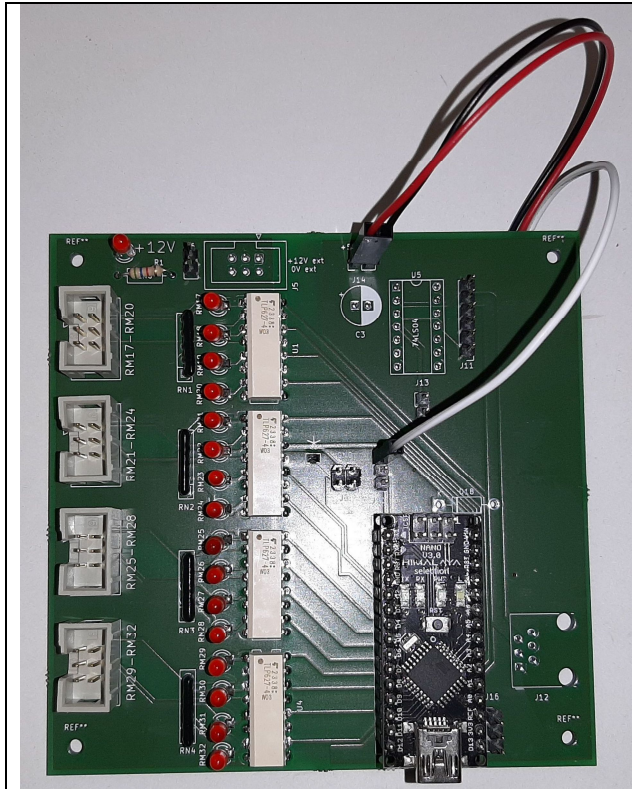


Bestückung der Opto-Platine für die
Verbindung der Belegtmelder 1 – 16 mit
der USB-Box.

Die Lötbrücke J9 ist erforderlich.

Belegtmeldererweiterung 17 – 32 kurze Verbindung

In dieser Anwendung wird der Arduino-Nano auf einer zweiten Belegtmelderplatine bestückt. Nicht erforderlich ist das IC 74LS04 sowie die Kontaktreihen J11 und der Steckverbinder (XBus) J12. Der Arduino-Nano wird von der Platine der USB-Box mit 5V und GND versorgt. Hinzu kommt eine Leitung für die Belegtmelderdaten 17 – 32. Die Steckerwanne J7 ist nicht erforderlich.



Mit den drei Verbindungsleitungen erfolgt der Anschluß an die USB-Box.

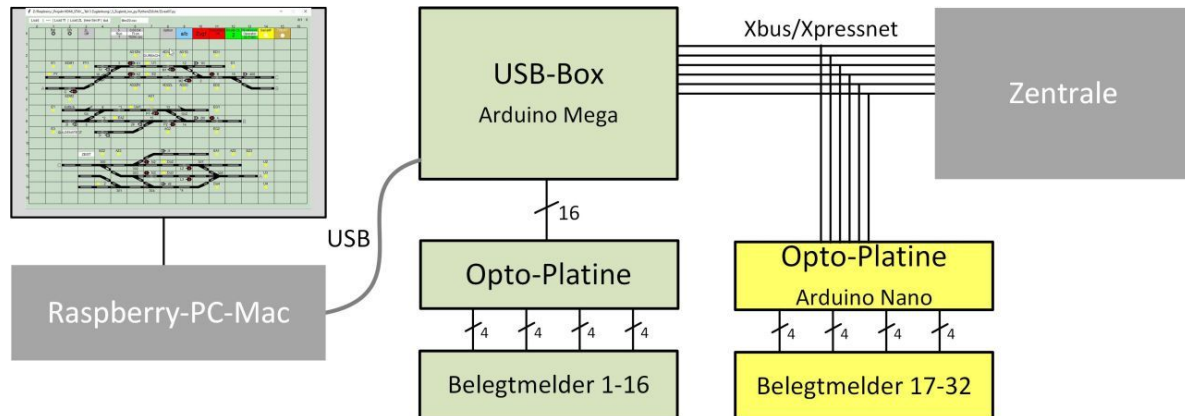
Die weiße Verbindung überträgt die Belegtmelderdaten 17 – 32 an die USB-Box.

Die Lötbrücke J9 ist erforderlich.

Bei allen Varianten dient der Anschluß J5 (im Bild nicht bestückt) zur möglichen Verteilung der 12V Versorgung auf weitere Optokopplerplatinen.

Belegtmeldererweiterung 17 – 32 lange Verbindung

Die 6-pol. Verbindung zwischen USB-Box und Optokopplerplatine darf etwa 5 m betragen. Die 6-pol. Verbindung sollte an der Anschlußstelle der üblichen 4-pol. XBus-Verbindung auch 4-polig weitergeführt werden, d.h. die Adern 1 und 6 sind zu unterbrechen. Sonst kann es bei längeren Weiterleitungen zur Signalverschlechterung kommen. Die Unterbrechungen sind einfach mit der Platine von h0fine.de auszuführen.



Systembild 32 Belegtmelder

Die Steckerwanne J7 ist nicht erforderlich, alle anderen Bauteile werden bestückt. Die Verbindung zur USB-Box erfolgt über das XBus-Kabel mit der Steckverbindung J12. Weitere Verbindungen zur USB-Box sind nicht erforderlich. Das XBus-Kabel wird zur Aufnahme der seriellen Datenübertragung vorbereitet. Nur die USB-Box erhält die seriellen Daten der Optokopplerplatine. Beim XBus sind die Pins 1 und 6 frei, diese werden hier verwendet für die Belegtmelderdaten 17 – 32.



Belegtmelder Rm1 – Rm32

Ein Test der Belegtmeldereingänge 1 - 16 für den XBus ist auf der Aufsetzplatine in der USB-Box (ohne die Optokopplerplatine) ist im Dokument pyOp_6_USB-Box_xx.pdf beschrieben.

Für die Belegtmelder 1 – 16 und 17 – 32 sind jeweils eigene Optokopplerplatinen erforderlich.

Der erste Test erfolgt ohne Belegtmelder, an den 6-pol. Wannensteckern der Optokopplerplatine befinden sich keine Anschlusskabel.

Der erste Test erfolgt ohne den Anschluss an die USB-Box, ein Computer ist nicht erforderlich.

Test der ersten Optokopplerplatine (Rm1 – Rm16)

Die Optokopplerplatine wird mit einer galvanisch getrennten 12V Gleichspannung versorgt. Dazu eignet sich ein Steckernetzteil. Beide Optokopplerplatinen werden mit derselben 12V-Spannung betrieben.

Auf der Platine befinden sich die Anschlüsse J6 und J5 für den 12V Anschluss. Die +12V Spannung wird am Platinenrand angeschlossen, der Gegenpol 0V befindet sich darunter.

Die beiden Pole dürfen nicht vertauscht werden, im Zweifelsfall nachmessen.

Mit dem Anschluss leuchtet die LED D1.

Die LEDs an den Optokopplereingängen leuchten nicht.

Der Test der Optokopplereingänge erfolgt der Reihe nach mit den Pins 1 – 4 der Wannenstecker. Jeder Pin 1 – 4 wird der Reihe nach mit dem 0V -Anschluss der Versorgung verbunden. Entsprechend dem Pin des Wannensteckers leuchtet die entsprechende LED der Optokopplereingänge.

Der Testvorgang wird für alle 6-pol. Wannenstecker und für jede Optokopplerplatine einzeln wiederholt.

Test mit Anschluss der Optokopplerplatine der Melder 1 – 16 an die USB-Box

Erforderlich ist ein 16-pol. Flachbandkabel mit Flachbandbuchsen auf beiden Seiten. Diese Kabel sollte kürzer als 100cm sein.

Nach dem Test der Anschlüsse JP1 auf der USB-Box (siehe Dokument pyOp_6_USB-Box_xx.pdf) werden die Anschlüsse JP1 und der Anschluss JP7 der Optokopplerplatine mit dem Flachbandkabel verbunden. Zusätzlich ist der Masseanschluss der beiden Platinen herzustellen: Verbindung von J8 (Optokopplerplatine) mit J2 (USB-Box).

Das Python-Stellwerk jetzt mit der USB-Box verbinden und die Gleisplandatei RM32.csv laden. Auf der Optokopplerplatine sind noch keine Belegtmelder angeschlossen.

Test mit den 6-pol. Wannensteckern und einem Testkabel wiederholen.
Entsprechend dem Pin der Wannenstecker leuchtet die LED auf der
Optokopplerplatine und die entsprechende Belegtmeldung 1 – 16 erscheint auf dem
Bildschirm.

Die Gleisbilddatei RM32.csv dient zum Test der Melder.

Die Melder 4, 9, 13 und 15 melden die Gleisbelegung der ersten Optokopplerplatine

Die Melder 18 und 22 melden die Gleisbelegung der zweiten Optokopplerplatine

Im nächsten Schritt wären die Reflis-Melder mit der Optokopplerplatine zu verbinden. Entsprechend der Zusammenfassung von jeweils vier Meldern zu einem 6-pol. Wannenstecker werden die 3-pol. Reflismelder an einer Verbindungsstelle (Hub) zusammengeführt.

Ein Vorschlag dazu ist in dieser Dokumentation zu finden.

Test der zweiten Optokopplerplatine (Rm17 – Rm32)

Wie zuvor beschrieben gibt es zwei Varianten der Anschaltung der zweiten Optokopplerplatine.

Zunächst die Variante der kurzen Verbindung zur USB-Box.

Der 16-pol. Anschluss J7 ist für die zweite Optokopplerplatine nicht erforderlich und wird nicht bestückt. Zu bestücken ist jetzt der Arduino-Nano mit seiner eigenen Programmierung, welche wieder mit dem Xloader geflasht wird.

Nach dem Flashen kann die Funktion des Arduino Nano geprüft werden. Der Nano bleibt dazu mit dem USB-Kabel verbunden.



Der Nano sendet in Abständen von ca. 10 Sekunden ungefragt den Belegtmelderstand über seine serielle Schnittstelle. Bei Änderung des Belegungszustandes erfolgt die Meldung sofort.

Dies kann mittels der Sende-LED TX auf der Nano-Platine beobachtet werden. Das Aufblitzen ist sehr kurz aber sichtbar. Ggf. die Umgebung abdunkeln.

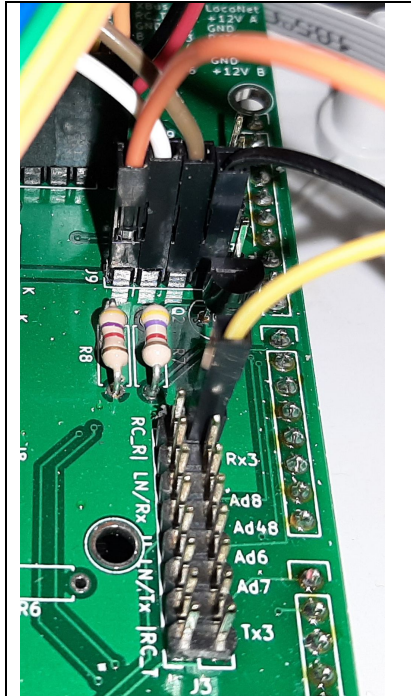
Bild: Prototyp

Dann bei ausgeschalteter USB-Box die Verbindung von der Optokopplerplatine zur USB-Box herstellen, das USB-Kabel vom Nano zum PC abstecken.

Der Nano wird mit den 5V der USB-Box versorgt.

Kurze Verbindung zur Optokopplerplatine

Weder auf der Empfangsseite (Aufsatzplatine) noch auf der Sendeseite (Optokopplerplatine mit Arduino-Nano) sind Leitungstreiber eingesetzt. Die Verbindung erfolgt direkt mit drei Dupont f/f-Leitungen.



Leitung	USB-Box	Optokopplerplatine
Daten	J3.16 (Rx3)	J10.1 (TX)
VCC/5V	J9.5	VCC J14.1
GND	J9.2	GND J14.2

Bild USB-Box

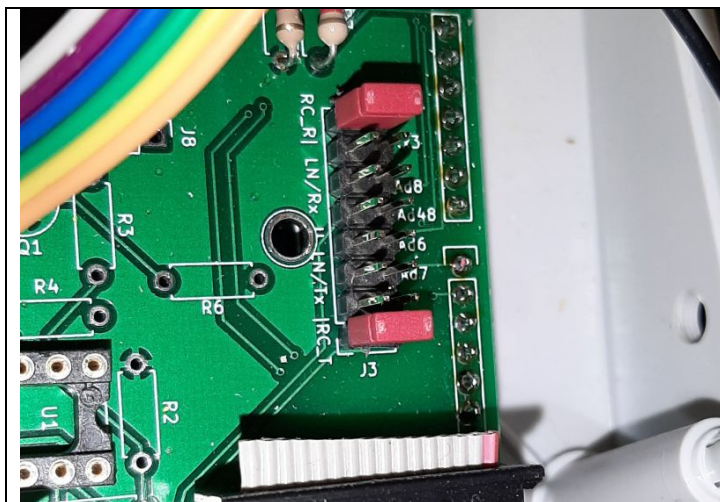
Verbindung der Optokopplerplatine über XBus-Kabel

Auf beiden Seiten der Verbindung werden Leitungstreiber eingesetzt. Für die Verbindung mit den XBus-Pins 1 und 6 erhält die USB-Box zwei Jumper auf der Steckleiste J3:

USB-Box	Jumper
Rx3 über IC mit XBus Pin 1 (RC_T)	J3.15 mit J3.16
TX3 über IC mit XBus Pin 6 (RC_R)	J3.1 mit J3.2

Hinweis 1: Das IC MC1489P ist erforderlich

Hinweis 2: Die Sendeleitung TX3 wird derzeit nicht verwendet.



Die USB-Box erhält die Aktivierung der seriellen Verbindung zum Arduino-Nano mittels der Jumper an J3

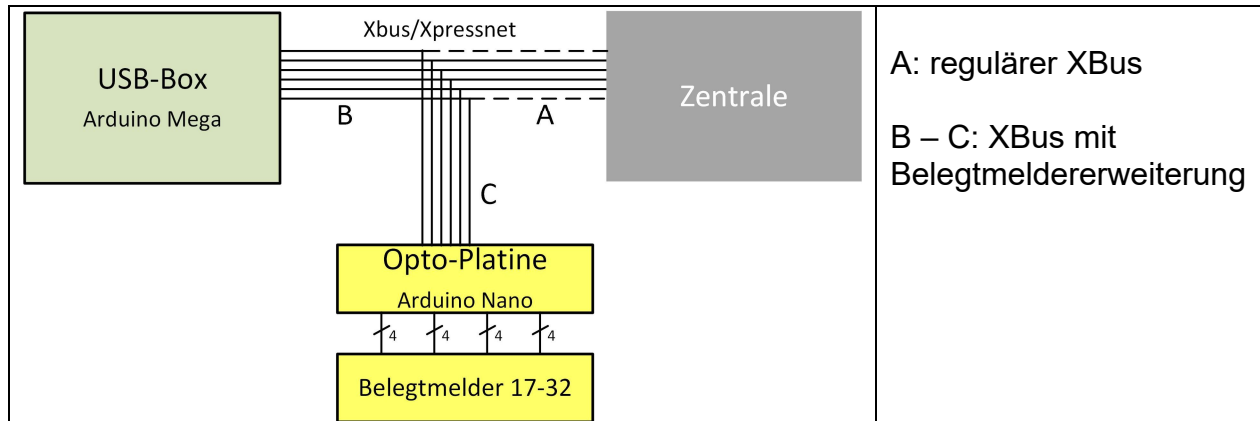
Die Optokopplerplatine benötigt keine 5V Versorgung von der USB-Box, der Arduino-Nano erzeugt seine Versorgungsspannung aus den 12V des XBus-Kabels. Zu bestücken sind die Komponenten D18, U5 (74LS04), J11 und die XBus-Buchse J12. Die Stiftleiste J7 (unter dem Arduino-Nano) ist nicht erforderlich. Die anderen Stiftleisten können für Testzwecke eingelötet werden.

Die USB-Box und die Optokopplerplatine werden mit einem 6-pol. XBus-Kabel verbunden. Die Zentrale, Handregler etc. benötigen nur die vier inneren Adern des Kabels.

Übliche Verteiler für den XBus, wie z.B. der Verteiler LA152 der Firma Lenz, verbinden deshalb nur die vier inneren Adern. Adapter dieser Art sind nicht geeignet für die Optokopplerplatine.

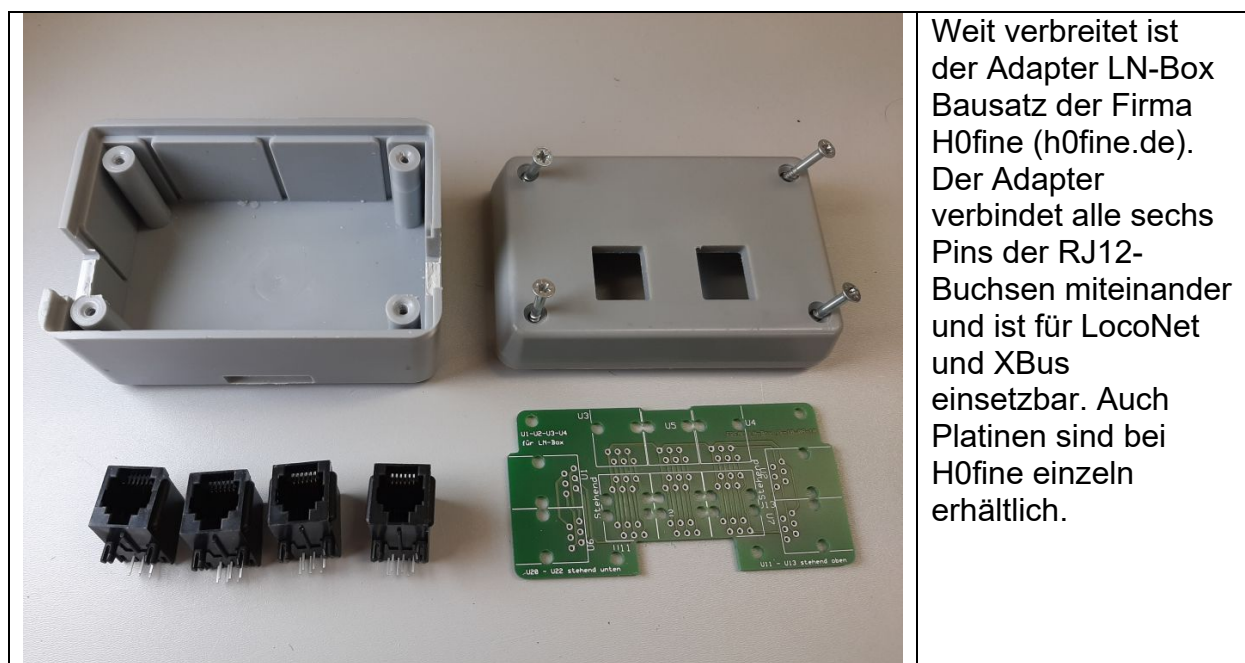
Details zum XBus-Kabel

Die XBus-Kabel verbinden die Komponenten mit einem 6-adrigen RJ12-Kabel. Davon sind für den XBus-Betrieb lediglich die vier inneren Adern erforderlich. Die beiden äußeren Adern finden für die Belegtmeldererweiterung Anwendung.



Eine Unterbrechung der äußeren Kabeladern 1 und 6 ist bei längeren Verbindungen (> 5m) anzuraten um das Belegtmeldersignal störungsfrei zu übertragen. Die Verbindung B-C überträgt die Versorgungsspannung für den Arduino Nano. Mit weiteren Verbrauchern sollte die Verbindung C nicht belastet werden.

Erprobt ist die Verbindung mit einer Kabellänge von 15 m.



Weit verbreitet ist der Adapter LN-Box Bausatz der Firma H0fine (h0fine.de). Der Adapter verbindet alle sechs Pins der RJ12-Buchsen miteinander und ist für LoCoNet und XBus einsetzbar. Auch Platinen sind bei H0fine einzeln erhältlich.

Entsprechend dem Test der Optokopplerplatine erfolgt der Test der Belegtmeldereingänge von Rm17 – Rm32. Die LEDs leuchten und die Belegtmeldungen 17 – 32 erscheinen auf dem Bildschirm.

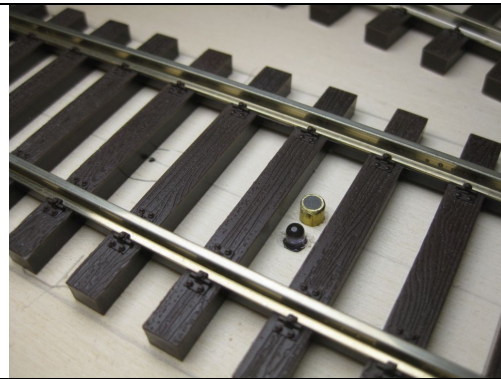
Belegtmelder im Anlagenbetrieb

Die Belegtmelder im Gleis sind galvanisch von den Potentialen Arduino und PC, Mac oder Raspberry getrennt.

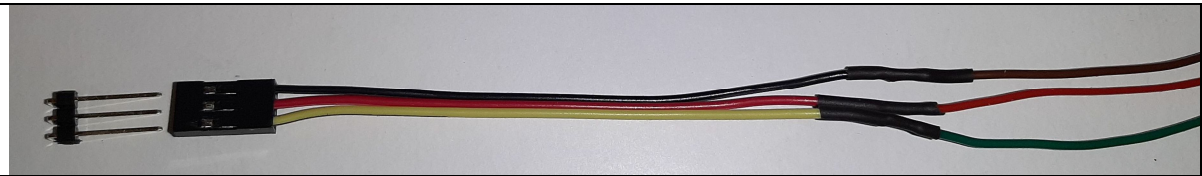
Damit reduziert sich die Verkabelung auf vier Flachbandkabel mit je 6 Adern für insgesamt 16 Belegtmelder. Die Länge der Meldestrecken eines Hubs bis zur Optokopplerplatine beträgt beim Autor 10 m bei stets korrekten Meldungen.

Als Melder bevorzugt der Autor Reflexlichtschranken, die auf Spur 0, Spur 1 und auf H0-Anlagen zwischen zwei Schwellen montiert werden.

Reflis



Reflexlichtschranke (Reflis) im Spur 0 Gleis



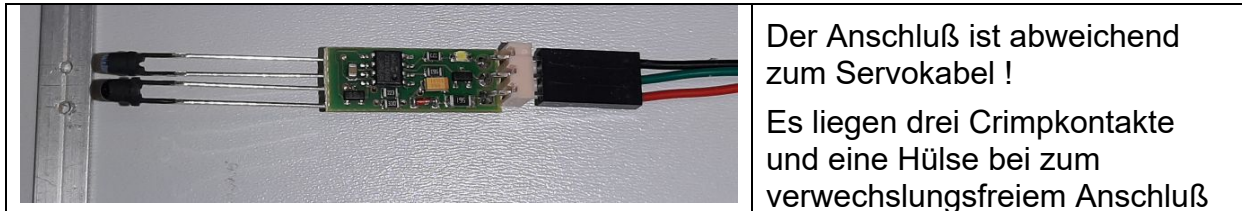
Reflis-Melder werden mit offenen Kabelenden geliefert. Die Melder erhalten eine einheitliche Steckverbindung mit 3-pol. Servo-Kabelbuchsen. Schrumpfschlauch isoliert die Lötverbindungen.

Reflis-Kabel	Servo-Kabel
Grün (Signal)	Gelb
Rot (+12V)	Rot
Schwarz (0V)	Schwarz

Zimo SN1D

Die Zimo-Reflexlichtschranke besitzt eine kleinere Bauform als die Reflis-Lichtschranke, 35mm lang mit Kontaktstiften, 9 mm breit. Zimo macht den Vorschlag, die LED- und Sensoranschlüsse zu knicken. Wie bei der Reflis-Lichtschranke schauen LED und Sensor zwischen den Schwellen heraus.

Die Zimo-Reflexlichtschranke ist mit der Optokopplerplatine kompatibel.



Im Bild wurde ein farblich passendes Kabel mit 3-pol. Buchse verwendet. Links eine Bohrschablone, Lochabstand 6 mm wie Reflis.
Der Hub (Kontaktierung von jeweils vier Sensoren) ist beim Einsatz verschiedener Melder entsprechend zu beschalten und zu kennzeichnen.

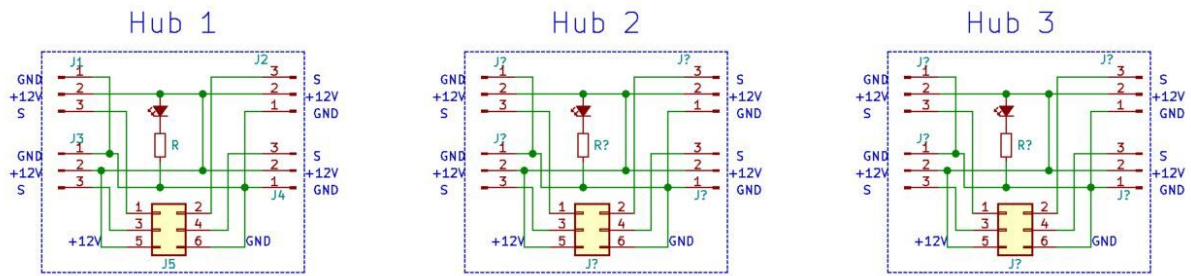
Zimo SN1D	Kabel ansteckbar
Schwarz (0V)	Schwarz
Signal	Grün
+12V	Rot

Stromsensoren

Belegtmelder, die den Strom in einer Schiene erfassen sind ebenfalls einsetzbar.

Im Vergleich zu den Reflexlichtschranken sind Montage- und Verkabelungsaufwand ungleich höher. Neben der Isolierung des meldenden Schienenabschnitts muss die Stromversorgung des Gleises und die Verkabelung der Meldesignale hergestellt werden.

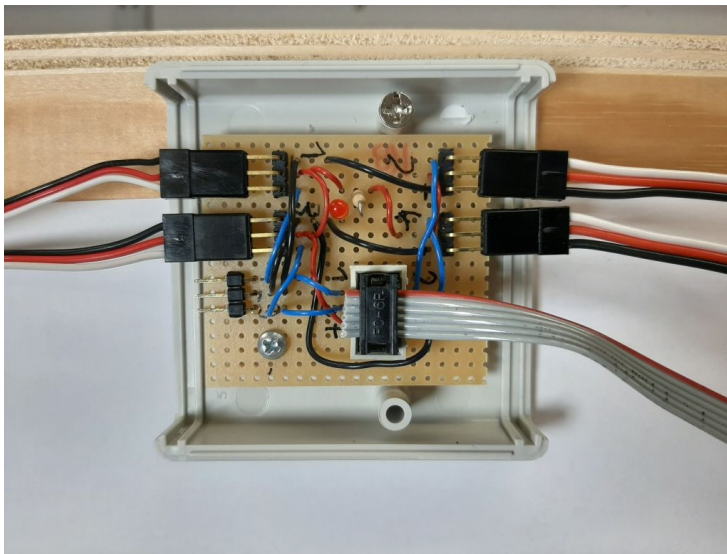
Hubs (Sammelstelle von je vier Meldern)



Die Reflexlichtschranken benötigen jeweils drei Leitungen, die Schaltsskizze ist für den Anschluß der Reflis-Melder.

Wenn andere als die hier genannten Melder eingesetzt werden sollen, sind die technischen Eigenschaften der Melder zu berücksichtigen. Kontakt mit dem Autor ist möglich.

Bild eines Hubs



Vier Melder und das Flachbandkabel zur Platine der Optokoppler sind angeschlossen.

Die etwas längeren Winkelstecker sind für die Montage unterhalb der Anlage besser geeignet als stehende 3-pol. Steckreihen.

Flachbandkabel für vier Melder anfertigen

Die Konfiguration der 6-pol. Buchsen für das Flachbandkabel erfolgt lötfrei, ohne Spezialwerkzeug und ohne Abisolieren. Ein kleiner Maschinenschraubstock ist ausreichend.

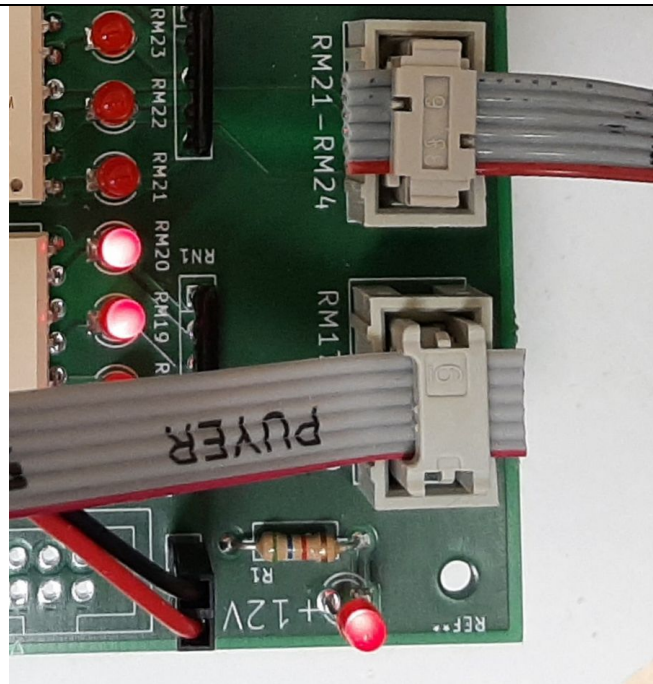
	<p>Für 6-pol. Buchsen wird das 8-pol. Flachbandkabel von zwei Adern befreit.</p> <p>Wesentlich ist die Pin 1 Kennzeichnung von Kabel (rote Ader) und die Pin 1 Kennzeichnung an der 6-Pol. Buchse. Dies ist eine kleine Kerbe auf einer Seite der Buchse.</p> <p>Von welcher Seite das Kabel eingeführt wird spielt keine Rolle, die Kontaktzählung bleibt unverändert.</p>
	<p>Kabeleinführung</p> <p>Das Ablängen des Kabels erfolgt mit einer Haushaltsschere.</p>
	<p>Die Unterlagen im Schraubstock dienen zur rechtwinkligen Führung von Kabel und Buchse.</p> <p>Schraubstock mit wenig Kraft zusammendrehen</p>
	<p>Dabei spreizt sich die Klammer der Buchse und durch das Weiterdrehen erfolgt der sichere Kontakt mit dem Kabel.</p>



Mit einem leichten Klick schließt sich die Klammer und das Kabel ist kontaktiert.

Mit dem anderen Ende des Kabels wird ebenso verfahren und wieder muss die Lage von Pin 1 bei Buchse und Kabel beachtet werden.

Für die Steckerkontaktierung können die üblichen Stiftreihungen verwendet werden. Besser sind Stiftwannen.



Durch Stiftwannen lassen sich Stecker verpolungssicher aufstecken und ein danebenstecken ist ebenfalls nicht möglich.

Belegtmelderposition auf der Anlage

In Fahrtrichtung befinden sich Belegtmelder vor den Signalen. Der Weg vom Belegtmelderanfang (Gleisabschnitt bei Stromsensor) soll so bemessen sein, dass der Zug vor dem Signal zum Halten kommt.

Der Anhalteweg ist abhängig von der in der Lok eingestellten Bremsverzögerung und der aktiven Fahrstufe der Lok.

Bei der Spur 0 Testanlage sind 20 cm ein brauchbarer Wert. Größere Abstände sind günstig, bewirken aber entsprechend der Zuglänge eine unvollständige Nutzung der Gleislänge.

Für ein Bahnhofsgleis mit zwei Ausfahrtsignalen sind zwei Belegtmelder erforderlich. Damit sind die Ausfahrtsignale aus beiden Einfahrtrichtungen anfahrbar und der Stoppunkt ist eindeutig.

Die Signale sind im Gleisbild erforderlich, auf der Anlage dienen Signale nur als Ausstattungsdetail. Die Möglichkeit mit der Signalstellung auch Gleisabschaltungen vorzunehmen ist ausführbar, letztlich aber überflüssig. Stoppfunktionen sind Aufgabe des Stellwerks oder des Lokführers.

Für Fahrplan-, Zuglenk- und weitere Automatisierungsvorgänge ist ein gewisser Aufwand an Belegtmeldern erforderlich. Grundregel: Jedes beidseitig befahrbare Bahnhofsgleis enthält zwei Belegtmelder, vor jedem Hauptsignal ein Melder.

Erweiterte Regel: Jedes Hauptsignal enthält einen Belegtmelder. Bei Schutzhaltsignalen (Sh-Signale) ist meist kein Belegtmelder erforderlich da in Nebengleisen manuell rangiert wird. Die Belegtanzeige ist ebenfalls nützlich.

Belegtmelder XBus

Die weiße z21 und die schwarze Z21 leitet die Belegtmeldungen über den R-Bus lediglich über LAN weiter, nicht aber über den X-Bus. Deshalb wurden schon beim Touchscreen-Stellwerk 16 Meldeleitungen verwendet. Diese fragt der Arduino direkt über die Optokopplerplatine ab und leitet sie an das Python-Stellwerk weiter.

Eine höhere Anzahl von Belegtmeldern und einer zweiten Optokopplerplatine ermöglicht eine weitere serielle Schnittstelle, deren Verbindung über das XBus Kabel erfolgt.

Belegtmelder LocoNet

Der LocoNet-Bus überträgt neben Schalt -und Fahrbefehlen auch Belegtmeldungen die auch von der LocoNet-Library für den Arduino ausgewertet werden.

Die Meldeleitungen auf der USB-Box Platine (Anschluss JP1) sind Ausgänge der LocoNet-Melder 1-16 und dürfen nicht zum Melderanschluß verwendet werden.

Verwendbar sind die Module der Firma Uhlenbrock. Die Verbindung der Belegtmelder für Gleisabschnitte (Stromdetektoren) erfolgt direkt mit der Anlage über isolierte Schienenabschnitte.

Bei dem Einsatz von Reflexlichtschranken ist wieder die Optokopplerplatine und eine potentialgetrennte (unabhängige) Stromversorgung der Reflexlichtschranken erforderlich. Eingesetzt werden dann Rückmeldemodule für Schaltkontakte. Die Belegtmeldung erfolgt durch das Schalten eines Kontakteingangs gegen Masse. Dies übernimmt die Optokopplerplatine.

Materialliste

Optokopplerplatine

Bauteil	Wert, Typ	Melder 1 - 16	Melder 17 - 32	Melder 17 - 32 Leitung lang		Artikel-Nr.	Lieferant
Platine	Optokoppler	x	x	x			Autor
RN1	4k7 x4	x	x	x		SIL 5-4 4,7K	Reichelt
RN2	4k7 x4	x	x	x		SIL 5-4 4,7K	
RN3	4k7 x4	x	x	x		SIL 5-4 4,7K	
RN4	4k7 x4	x	x	x		SIL 5-4 4,7K	
C3	10µF		x	x			
D1	1N4707			x			
U1	TLP627-4	x	x	x			
U2	TLP627-4	x	x	x			
U3	TLP627-4	x	x	x			
U4	TLP627-4	x	x	x			
Us16	IC-Sockel, 4x				Nach Bedarf		
U5	74LS04			x			
U5s14	IC-Sockel				Nach Bedarf		
A1	Arduino-Nano		x	x			div.
A1sL	1x15 Buchsenleiste		x	x	1 pin abtrennen	FIS BL1 16 G	Reichelt
A1sR	1x15 Buchsenleiste		x	x	1 pin abtrennen	FIS BL1 16 G	
LED	17x,3mm	x	x	x	Raster 2,54 Rot, Low Current 2mA		div.
J1	Stiftwanne 2x3	x	x	x		HAN 506 6324	Reichelt
J2	Stiftwanne 2x3	x	x	x		HAN 506 6324	
J3	Stiftwanne 2x3	x	x	x		HAN 506 6324	
J4	Stiftwanne 2x3	x	x	x		HAN 506 6324	
J5	2x3	x	x	x			
J6	1x2	x	x	x			
J7	2x16	x					
J8	2x2	x			GND		
J9	1x2				Test		
J10	1x3		x				
J11	1x6			x			
J12	6pol. RJ12			x	XBus	MEBP 6-6S	Reichelt
J13	1x2	x	x	x			
J14	1x2	x	x	x			
J16	1x3				Nach Bedarf		
Stiftleisten abtrennen: 1-reihig vergoldet						SL 1x50G 2,54	Reichelt
Stiftleisten abtrennen: 2-reihig vergoldet						SL 2x36G 2,54	

div.: Arduino-Nano, Version 3.x, keinen CHIP mit CH340 USB-Treiber verwenden

Gehäuse und Anschlüsse

Bauteil/Hinweis	Erläuterung	Bestellnummer	Lieferant
Gehäuse	USB-Box und Optokoppler-Platine passen zusammen in ein Gehäuse für Euro-Platinen		div.
Adapter LN-Box	XBus-Kabel Verteiler, Bausatz	#467	h0fine.de
Platine einzeln		#472	h0fine.de
2 Pin Dupontkabel	f/f 2,54mm farbig 20 cm ggf. für 12V Optokoppler	RBS12608	roboter-bausatz.de
Anschlusskabel X-Bus, oder Loconet	Roco 10756 Datenbuskabel X-Bus 6-polig (2 Meter)	RO10756	Erlebniswelt-Modellbahn
alternativ: XpressNet Kabel, LocoNet	Länge 2,5 m, Lenz 80160	LY160	div.
Flachbandkabel Belegtmelder	Zwei Adern entfernen	AWG28,8-pol., grau, 30m-Rolle	reichelt.de
Pfostenbuchse – 6-pol.	Für Belegtmelderkabel	HAN 506 6803	

Platinen

Bauteil/Hinweis	Erläuterung	Bestellnummer	Lieferant
Microcontroller Board	Arduino Nano	ARD NANO V4	Reichelt.de
oder Dito ⁱ¹	Himalaya Basic Compatible with Arduino Nano	AR01003	eckstein-shop.de
oder	Arduino Nano kompatibler Mikrocontroller	FT-ANANO	berrybase.de
Platine	Für 4 x 4 Belegtmelder	Optokopplerplatine	Autor XLshield@gmx.de

Arduino Nano werden mit unterschiedlichen USB-Anschlüssen geliefert (micro, mini, C). Passendes USB-Kabel erforderlich, manchmal beiliegend.

ⁱ¹ Adapter/Arduino Nano mit dem Hinweis CH340 sind nicht geeignet (spezieller USB-Treiber erforderlich).

Belegtmelder

Bauteil/Hinweis	Erläuterung	Bestellnummer	Lieferant
Belegtmelder	Reflexlichtschranke	REFLIS-Reflexions-Lichtschranke 20mm	Softlok.de
Belegtmelder	Reflexlichtschranke	Zimo SN1D	fischer-modell.de
Belegtmelder	LB101 Gleisbelegtmelder, 2fach	11210	www.lenz-elektronik.de/

-/-