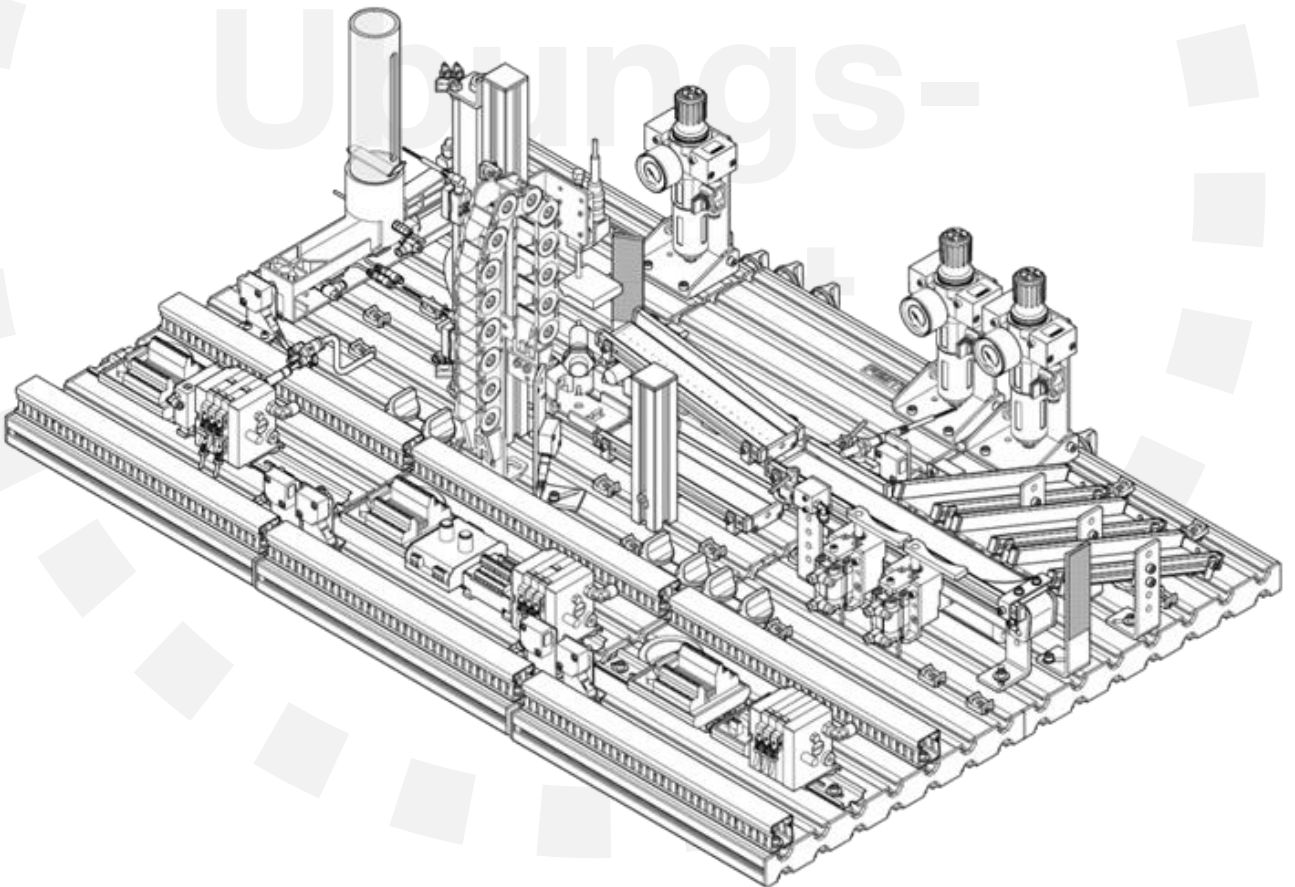


Anlagen-Übungsskript

Entwicklung intelligenter verteilter eingebetteter Systeme in der Mechatronik



Stationsbeschreibung & Aufgabenstellung

Einleitung

Dieses Dokument soll Ihnen helfen das Praktikum „Entwicklung intelligenter verteilter eingebetteter Systeme in der Mechatronik: Tag 2 – IEC 61131-3“ bestmöglich durchzuführen. Daneben soll es möglichst viele Fragen und Unsicherheiten bezüglich des Praktikums im Voraus klären.

Hinweise zum Starten der virtuellen Maschine

Um sich an Ihrem Rechner anzumelden benutzen Sie folgende Login-Daten:

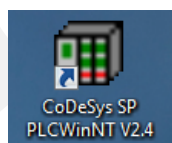
Benutzername **eivesim**
Passwort **PWD4ais!**

Anschließend starten Sie bitte die virtuelle Maschine (VM): Öffnen Sie über das Icon auf dem Desktop den *VMware Player* und öffnen Sie dann die VM „EiveSiM Praktikum“. Akzeptieren Sie gegebenenfalls alle Hinweise des *VMware Players*. Bei der Frage nach „Moved or Copied“ bitte auf „I copied“ klicken.

Ihr Programm sollen Sie in Strukturiertem Text erstellen. Sie finden Vorlagen für die Bearbeitung der Aufgaben an den Tagen 2 und 4 des Praktikums innerhalb der virtuellen Maschine (Ordner „Vorlagen“), aus welchen Sie sich die für Ihre Station passende herausuchen und in **CoDeSys V2.3** öffnen können. Beachten Sie dafür die Beschriftung auf den Stationen und Rechnern: Alle Rechner sind durch einen Aufkleber gekennzeichnet (z.B. „pru22“), welche mit den Beschriftungen auf den Stationen korrelieren (z.B. „an pru22“). Speichern Sie das Programm nun unter anderem Namen ab (am besten in den Ordner „PraktikumWS1415“ auf dem Desktop), damit die Vorlage nicht verändert wird.

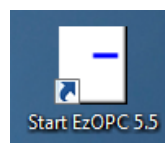
Die Vorlage bietet einige Sicherheitsfunktionen und hilft Ihnen den Hardwarezugriff zu vereinfachen. Innerhalb der Vorlage finden Sie zwei Funktionsbausteine: „PLC_PRG“ und „Steuerung“. **Implementieren Sie Ihr Steuerungsprogramm im Funktionsbaustein „Steuerung“ und ändern Sie bitte nichts an den anderen Teilen der Vorlage!**

Das erstellte Programm muss zur Ausführung auf der Anlage auf eine Software-SPS geladen werden. Starten Sie dafür zunächst die **Soft-SPS („CoDeSys SP PLCWinNT“)** und den **OPC-Server („EzOPC“)** und **lassen Sie diese im Hintergrund laufen**. Meldet *EzOPC*, dass die Verbindung zum *EasyPort* nicht aufgebaut werden konnte, melden Sie sich bitte bei einem der Tutoren oder Mitarbeiter.



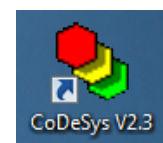
Soft-SPS

Führt Programm in Echtzeitumgebung aus



OPC-Server

Verbindet Soft-SPS mit EasyPort (und damit mit der Anlage)



Programmierumgebung

Erstellung und Überwachung des Programms

Nachdem Sie ein Programm erstellt haben müssen Sie folgende Schritte durchlaufen:

Programm hochladen und starten: Sie können Programme aus **CoDeSys** nun über „Online“ -> „Einloggen“ (Alt-F8) auf die **Soft-SPS** laden und dann über „Online“ -> „Start“ (F5) starten. Beachten Sie, dass vorher gestoppte Programme unter Umständen noch Werte gesetzt haben. Es empfiehlt sich daher vor jedem Starten eines Programms die Steuerung über „Online“ -> „Reset“ zurückzusetzen.

Programm überwachen: Durch Doppelklick auf den Steuerungsbaustein -> Instanzen -> OK können Sie die gesetzten Variablen überwachen und so Rückschlüsse auf Fehler ziehen.

Programm ändern: Wollen Sie ein laufendes Programm modifizieren, sollten Sie es über „Online“ -> „Stop“ (Shift+F8) anhalten und sich dann über „Online“ -> „Ausloggen“ (Strg+F8) ausloggen. Nun kann das Programm modifiziert und erneut hochgeladen und gestartet werden (siehe oben).

Hinweise zum Bedienpult

Über den **Startknopf** am Bedienpult der Station wird ihr Steuerungsprogramm freigegeben und ausgeführt, was am grünen Punkt innerhalb der Start-Schaltfläche zu erkennen ist.

Über den **Stopknopf** am Bedienpult der Station wird das Steuerungsprogramm nicht angehalten, die Ausgangssignale des Programms jedoch nicht mehr zur Anlage weitergeleitet, **die Ausgänge werden alle „false“ geschaltet**. In einem unvorhergesehenen Fehlerfall im Programm können Sie so alle Auswirkungen Ihres Programms aufhalten.

Über den **Schlüsselschalter** können an einigen Stationen Freigabesignale der Folgestation „imitiert“ werden. Dadurch kann auch ein voll funktionsfähiges Programm erstellt werden, obwohl beispielsweise die Folgestation nicht programmiert wird und somit kein Signal gibt. Ist das Freigabesignal durch den Schlüsselschalter gegeben, leuchtet die Lampe Q2 am Bedienpult.

Wichtig:

- Die Soft-SPS muss aus Lizenzgründen alle 2 Stunden neu gestartet werden.
- Rechner **nicht** ausschalten!
 - Beim Verlassen des Raumes „sperren“
 - Am Ende des Tages „abmelden“
- Beachten Sie die Sicherheitshinweise in Ihrem Aufgabenskript!

Aufgabe

Programmieren Sie Ihre Station! Erstellen Sie zunächst eine Ablaufskizze mit den für jeden Schritt notwendigen Sensoren und Aktoren und überlegen Sie sich dazu eine Programmstruktur. Implementieren Sie anschließend den vollständigen, in der Beschreibung dargestellten Ablauf.

Tipps und Hinweise:

- Achten Sie trotz der Vorlage darauf, dass der Arbeitsraum der Anlagenmodule frei ist.
- Ihre Anlage kann sich nur dann bewegen, wenn Sie zuvor den Startknopf gedrückt haben.
- Alle Ausgänge werden unverzüglich auf null gesetzt, sobald der Stopknopf am Bedienpult der Station gedrückt wird (Notaus).
- Testen Sie die korrekte Funktionalität ihres Moduls nicht erst zum Ende, sondern bereits während des Programmierens. Programmieren Sie Schritt für Schritt und testen Sie jeden der Schritte einzeln, bevor Sie am Ende den Gesamtablauf prüfen. So merken Sie schon früh, ob Sie beispielsweise einen Denkfehler in Ihrer Implementierung haben und ersparen sich unter Umständen eine lange frustrierende Fehlersuche am Ende der Programmierung.
- Sofern Sie einen Timer benötigen, nutzen Sie den Funktionsbaustein *TON*. Sobald der Eingang *IN* des Bausteins *TRUE* ist, beginnt der Timer zu laufen, bis er den Wert des Eingangs *PT* (Zeitwert) erreicht hat. Zu diesem Zeitpunkt wird der Ausgang *Q* des Bausteins *TRUE*. Um den Timer ein weiteres Mal benutzen zu können muss dieser Zurückgesetzt werden. Dies geschieht indem der Eingang *IN* mindestens auf *FALSE* gesetzt und einmal ausgeführt wird.
- Die Zeit wird im Format *T#ab* angegeben, wobei *a* eine Ganzzahl ist und *b* die Einheit (z.B. s, ms), zum Beispiel *T#250ms*.

```
VAR
    Timer : TON; (*Definition des Timerbausteins*)
END_VAR

Timer(IN := TRUE, PT := T#350ms); (*Ausführen*)
IF Timer.Q THEN (*Abfragen des Status des Timers*)
    Timer(IN := FALSE); (*Zurücksetzen des Timers*)
    ...;
END_IF
```

(Wenn „IN“ *TRUE* ist startet der Timer zu zählen mit der „PT“ (Process Time) Zeit und gibt *TRUE* bei „Q“ aus falls die Zeit abgelaufen ist und „IN“ auch noch *TRUE* ist. „ET“ ist Elapsed Time und wird bei dieser Programmierung nicht gebraucht.

- Bei der Verwendung von Timern empfiehlt es sich zunächst von längeren Wartezeiten auszugehen (z.B. 5 Sekunden) um die korrekte Funktionsweise in Ruhe überprüfen zu können. Ist die Funktion des Programms vollständig, können die Zeiten für einen schnelleren Ablauf optimiert werden.
- Die Werkstücke haben folgende Farben und Höhen:

Farbe	Höhe	Höhe mit Deckel
Schwarz	22 mm	25 mm
Silber	25 mm	28 mm
Rot	25 mm	28 mm

- Überprüfen Sie unbedingt, ob alle Sensoren, vor allem bei *Station Prüfen*, *Modul Messen* beziehungsweise *Station Trennen*, *Modul Unterscheiden* korrekten Ergebnisse liefern, bevor Sie Ihr Programm testen.

- Verstellen / „Justieren“ Sie bitte keine Sensoren!
- Sofern Sie schon deutlich vor dem Zeitlimit mit Ihrer Aufgabe fertig sind, können Sie Ihr Programm um weitere Funktionalitäten erweitern. Wenden Sie sich hierfür an uns.

Werkstücke

Jede der Stationen bearbeitet sogenannte Werkstücke. Dabei handelt es sich um zylindrische Plastikteile, bei denen sich auf einer Seite eine Öffnung befindet, auf die zusätzlich ein Deckel geschraubt werden kann.

Die Werkstücke haben folgende Farben und Höhen:



Farbe	Höhe	Höhe mit Deckel
Schwarz	22 mm	25 mm
Silber	25 mm	28 mm
Rot	25 mm	28 mm

Silberne Werkstücke besitzen metallische Eigenschaften und können durch Induktionssensoren als solche erkannt werden.

Hinweis

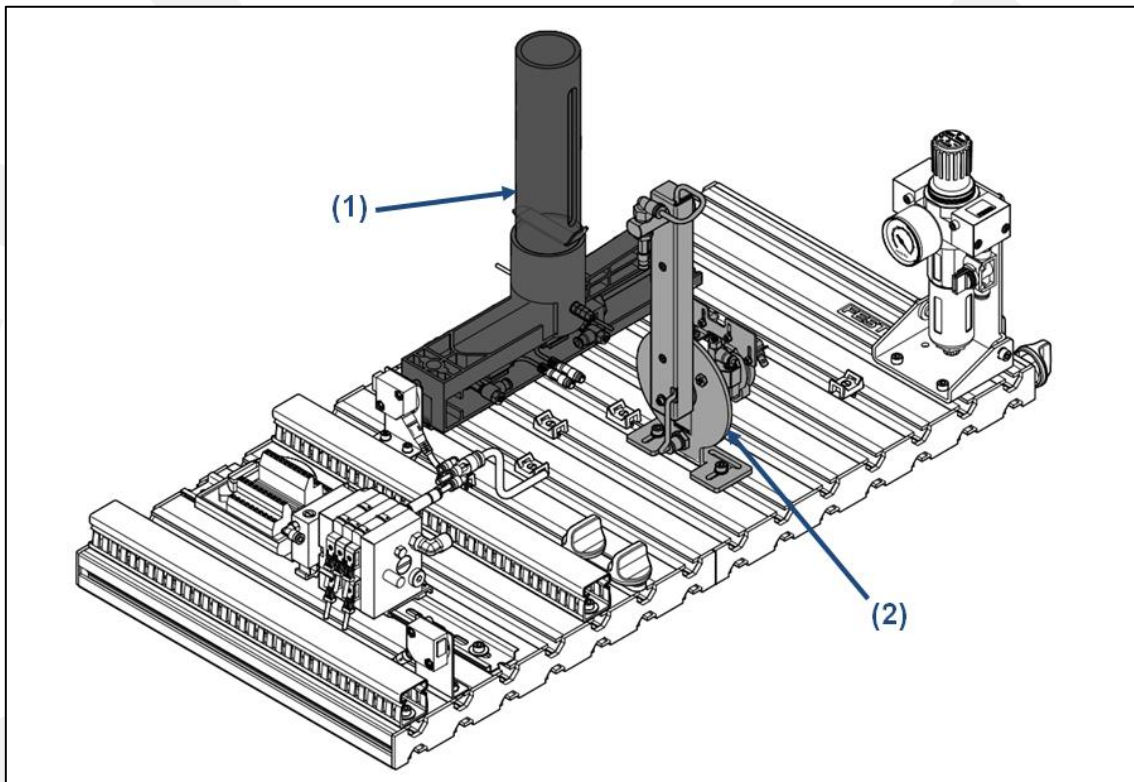
Werkstücke ohne Deckel sind mit Öffnung nach unten in die Stationen einzulegen. Ist ein Deckel auf das Werkstück aufgeschraubt, so ist für die Einlegeorientierung die Anlagenkombination ausschlaggebend. Handelt es sich um die Kombination „Verteilen, Prüfen, Sortieren“, so ist das Werkstück mit Deckel nach oben einzulegen. In der Kombination „Verteilen, Handhaben, Trennen“ ist das Werkstück mit Deckel nach unten einzulegen. Diese Orientierungen sind wichtig, damit die Funktionsweise der Stationen gewährleistet werden kann. Andernfalls kann das Werkstück in der Station Handhaben oder an der Prüfstation beim Umsetzen anecken, da der Deckel geringfügig größer als der Grundkörper ist.

Stationsbeschreibung

Im Folgenden werden die einzelnen Stationen beschrieben, von denen Sie eine innerhalb des Anlagenpraktikums programmieren sollen. Die Anlage wird Ihnen zufällig zugewiesen werden. Die Anlagen sind in zwei verschiedene, jeweils aus drei Stationen bestehende Anlagenkombinationen eingebunden. Diese zwei Kombinationen sind „Verteilen, Prüfen, Sortieren“ und „Verteilen, Handhaben, Trennen“.

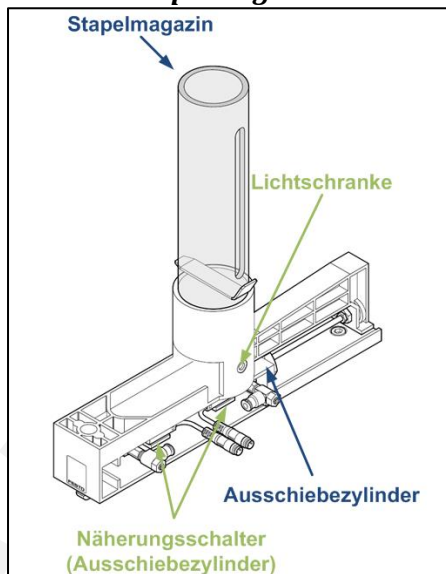
1. Station „Verteilen“

Die Station Verteilen vereinzelt Werkstücke. Im *Stapelmagazin (1)* haben bis zu acht Werkstücke Platz, die über einen einfachwirkenden Zylinder einzeln ausgestoßen werden können. Der *Schwenkarm (2)* greift anschließend die Werkstücke mithilfe eines Vakuumsaugers und befördert sie zur Folgeanlage.



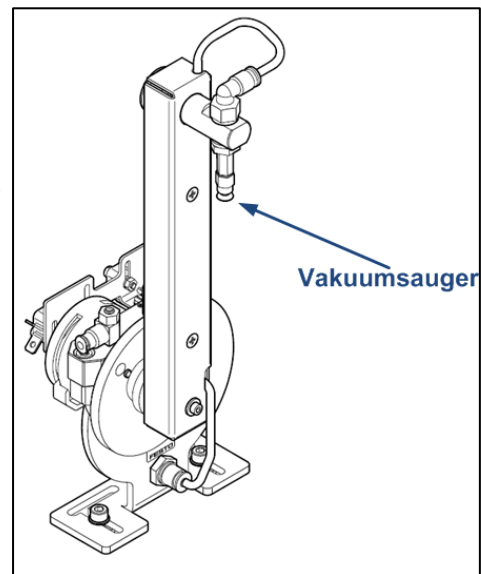
Module

Stapelmagazin



Das Modul dient dazu Werkstücke bis zu ihrer Verwendung zu lagern. Hierfür verfügt das Modul über ein Stapelmagazin, das bis zu acht Werkstücke aufnehmen kann. Das Vorhandensein eines Werkstücks kann über eine Lichtschranke nachgewiesen werden. Um ein Werkstück aus dem Magazin zu schieben, existiert ein selbststrückstellender Ausschiebezylinder, dessen Endlagen über Sensoren abgefragt werden können.

Umsetzer



Das Modul dient dazu die Werkstücke zur Folgestation zu bringen. Hierfür verfügt das Modul über einen pneumatischen Umsetzer, an dessen Ende ein Vakuumsauger installiert ist. Beide Endlagen des Umsetzers lassen sich über Sensoren abfragen, ebenso wie das erfolgreiche Ansaugen eines Werkstücks. Zur Abgabe eines Werkstücks kann außerdem ein Abstoßimpuls gegeben werden.

Ablauf

Zu Anfang wird der Umsetzer zum Magazin gedreht und es wird kein Werkstück angesaugt. Der Ausschiebezylinder ist eingefahren, also an der Position „Magazin“. Wenn der Ausgangszustand hergestellt ist, beginnt die Anlage mit folgender Routine:

Nur wenn ein Werkstück erkannt wird und ein Freigabesignal der Folgestation vorhanden ist, dreht der Umsetzer zur Folgestation, um den Weg für den Ausschiebezylinder frei zu machen. Der Ausschiebezylinder schiebt nun ein Werkstück aus, welches der Umsetzer abholt. Er dreht dazu zurück in Richtung Magazin und schaltet, dort angekommen, nach kurzer Wartezeit das Vakuum ein und fährt den Zylinder wieder ein (Werkstück sonst eingeklemmt). Sobald das Vakuum aufgebaut ist, wird das Freigabesignal der Folgestation geprüft. Besteht Freigabe, dreht der Umsetzer anschließend dorthin und stößt das Werkstück ab. Nachdem das Werkstück abgestoßen wurde, kann ein weiteres Werkstück, falls vorhanden, ausgeschoben und der Ablauf wiederholt werden. Falls nicht, sollte der Umsetzer in den Ausgangszustand am Magazin gebracht werden, um Beschädigungen durch die Folgestation zu vermeiden.

Hinweise

- Legen Sie die Werkstücke ohne Deckel mit Öffnung nach unten in das Stapelmagazin.
- Ist ein Deckel auf das Werkstück aufgeschraubt, legen Sie das Werkstück mit Deckel nach oben in das Stapelmagazin, falls die Folgestation die Station „Prüfen“ ist.
- Ist die Folgestation „Handhaben“ legen Sie das Werkstück mit Deckel nach unten ein.

- Der Umsetzer bewegt sich nicht, falls beide Verfahrenssignale gesetzt sind.
- Bei Verfahren des Umsetzers oder des Ausschiebezylinders immer Kollisionssituationen bedenken!
- Beachten Sie, dass das Freigabesignal der Folgestation hardwaregebunden standardmäßig gegeben wird (folgestation_belegt = 0), selbst wenn die Folgestation nicht läuft oder programmiert wird.
- Prüfen Sie das Freigabesignal erst, wenn der Umsetzer wirklich bereit zum Umsetzen ist (Vakuum aufgebaut). Achten Sie auch darauf, dass das Freigabesignal während des Umsetzens zurückgenommen werden kann!

Wichtige Variablen:

Eingänge (Rückmeldung der Anlage)

Bit	Variablenname	Beschreibung
1	e_zylinder_eingezogen	Zylinder im Magazin ist eingezogen (Werkstücke können nachfallen)
2	e_zylinder_ausgeschoben	Zylinder im Magazin ist ausgeschoben
3	e_umsetzer_vakuum	Unterdruck am Sauger des Umsetzers ist aufgebaut
4	e_umsetzer_magazin	Umsetzer an der Abholposition des Stapelmagazins
5	e_umsetzer_folgestation	Umsetzer an der Folgestation
6	e_magazin_leer	Kein Werkstück in Lichtschranke in Fallmagazin
7	e_folgestation_frei	Folgestation ist für Aufnahme von Werkstücken bereit

Hinweis: Das Freigabesignal kann in dieser Station auch durch den Schlüsselschalter an der Bedienkonsole vorgetäuscht werden, falls die Folgestation beispielsweise nicht programmiert wird oder eine Anlagenabnahme unabhängig von der Folgestation durchgeführt werden soll.

Ausgänge (Befehle von Benutzer an Anlage)

Bit	Variablenname	Beschreibung
0	a_zylinder_ausschieben	Zylinder ausfahren, also Werkstück zur Abholposition schieben. Ist dieser Wert nicht gesetzt, bewegt sich der Zylinder in die Ausgangsstellung zurück.
1	a_umsetzer_vakuum	Unterdruck zum Ansaugen eines Werkstücks anschalten
2	a_umsetzer_abstoßen	Werkstück abstoßen
3	a_umsetzer_magazin	Umsetzer zur Abholposition am Magazin bewegen
4	a_umsetzer_folgestation	Umsetzer zur Folgestation bewegen

Sicherheitsfunktionen

Das Setzen einiger Ausgangsvariablen in bestimmten Zuständen wird durch das Rahmenprogramm verhindert, um Beschädigungen der Anlage vorzubeugen:

1. Falls der Umsetzer am Magazin steht, ist das Ausfahren des Ausschiebezylinders nicht möglich.
2. Falls kein Freigabesignal der Folgestation erteilt wurde, wird verhindert, dass der Umsetzer zu dieser fährt.

Falls Sicherheitsfunktionen aktiv sind, leuchtet am Bedienpult die Lampe Q1.

Abnahme

Zur Abnahme der Station sind folgende Eigenschaften zu erfüllen:

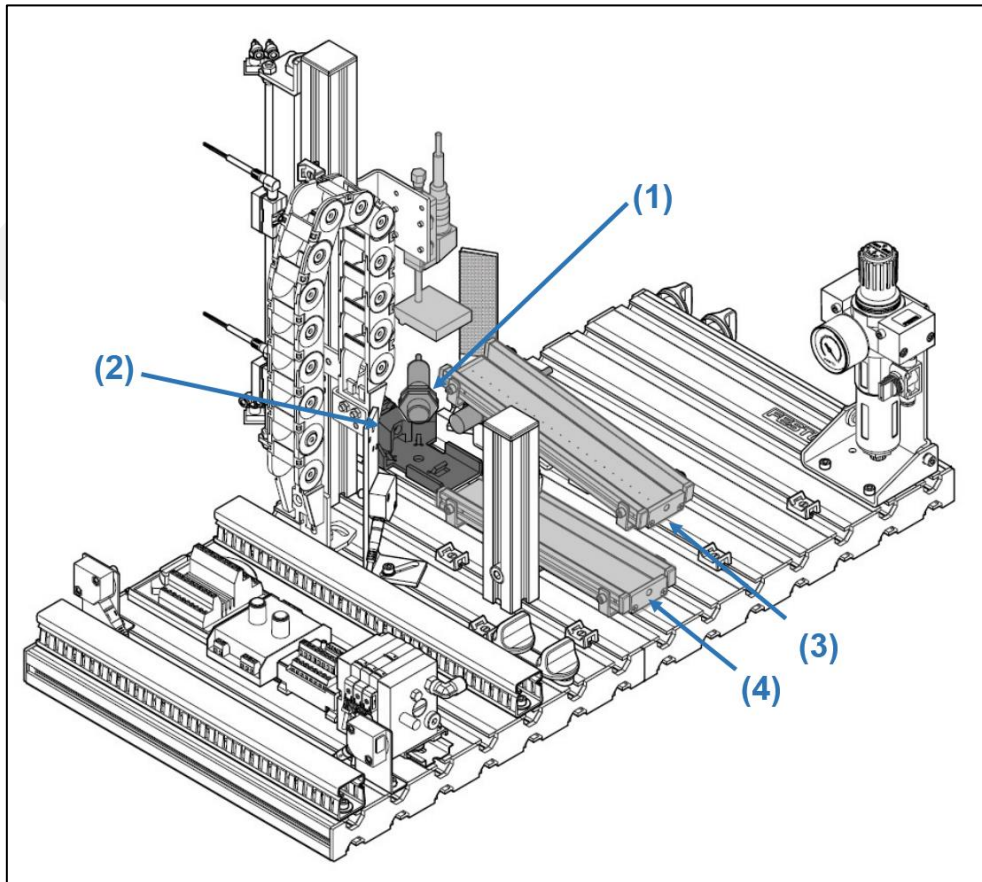
- Ausgangssituation laut Ablaufbeschreibung.
- Umsetzer darf sich nur zur Folgestation bewegen, wenn ein Freigabesignal gegeben wurde.
- Umsetzer verbleibt nicht unnötig lange bei Folgestation, sondern bewegt sich unabhängig davon ob das Stapelmagazin voll oder leer ist wieder in die Ausgangsstellung zurück.

Es werden zwei Werkstücke (schwarz ohne Deckel, rot/silbern mit Deckel) in zufälliger Reihenfolge zusammen in das Stapelmagazin gelegt, welche erfolgreich zur Folgestation transportiert werden müssen. Nach dem Transport verfährt der Umsetzer in die Ausgangsposition.

Übungs-
skript

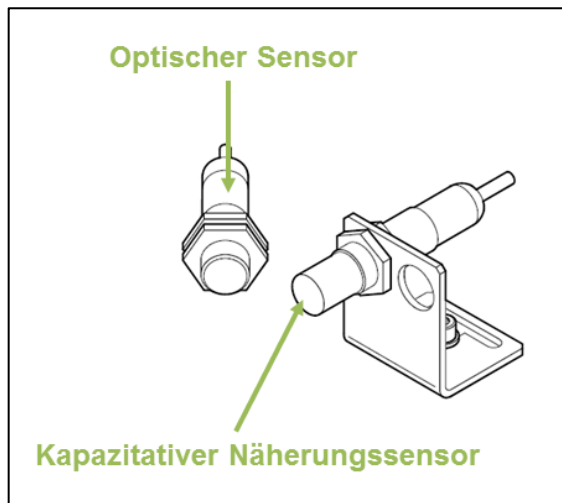
2. Station Prüfen

Die Station „Prüfen“ sortiert Werkstücke ohne Deckel aus. Dafür wird das Werkstück über eine *Hebebühne* (2) angehoben und seine Höhe gemessen. Gleichzeitig wird die Farbe der Werkstücke (schwarz/nicht-schwarz) am *Erkennungsmodul* (1) unterschieden. Abhängig vom Ergebnis wird das Werkstück entweder auf der *Luftkissenrutsche* (3) zur Folgestation geleitet oder von der Hebebühne wieder abgesenkt und auf die *Ausschussrutsche* (4) befördert.



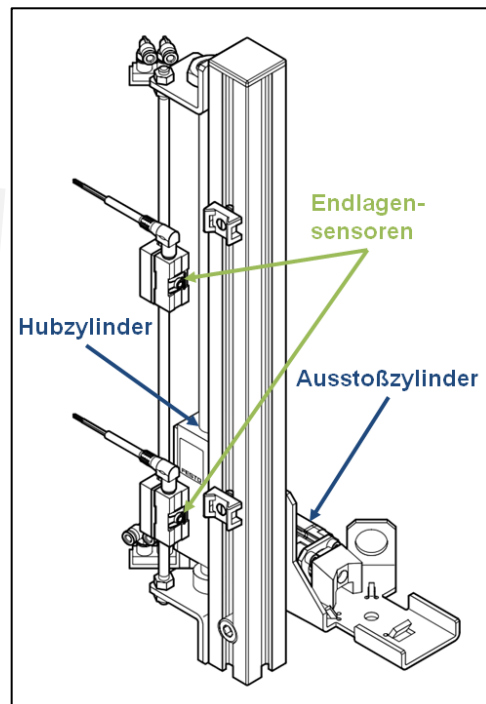
Module

Erkennen



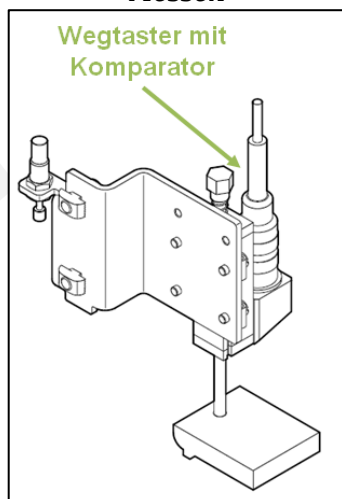
Das Modul dient dazu schwarze von nicht-schwarzen Werkstücken zu unterscheiden. Hierfür ist ein optischer Sensor installiert. Um die Präsenz eines Werkstücks – gleich welcher Farbe – zu prüfen ist außerdem ein kapazitiver Näherungssensor verfügbar.

Hebebühne



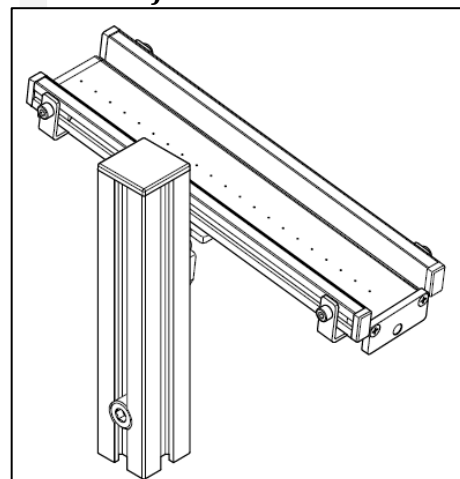
Das Modul dient dazu Werkstücke zur Höhenprüfung zum Modul *Messen* anzuheben, sowie Werkstücke auf eine der beiden Rutschen ausstoßen. Zum Anheben existiert ein Hubzylinder, dessen Endlagen abgefragt werden können. Zum Ausstoßen wird ein selbstrückstellender Ausstoßzylinder verwendet.

Messen



Das Modul kann über einen Wegtaster die Werkstückhöhe erfassen. Durch ein Potentiometer kann ein abzuprüfendes Höhenintervall festgelegt werden, z. B. um festzustellen, ob die Höhe des Werkstücks im richtigen Rahmen liegt.

Luftkissenrutsche



Das Modul befördert bei angeschalteter Druckluft ein Werkstück zur angeschlossenen Nachfolgestation.

Ablauf

Zu Anfang befindet sich der Aufzug an der unteren Position, der Ausstoßzylinder ist eingezogen, es ist dort kein Werkstück vorhanden und die Luftrutsche ist ausgeschaltet. Zudem wird kein Freigabesignal gegeben. Wenn der Ausgangszustand hergestellt ist, beginnt die Anlage mit folgender Routine:

In diesem Zustand (keine Werkstück vorhanden) wird der vorhergehenden Station das Freigabesignal gegeben, welche daraufhin ein Werkstück liefert. Sobald ein Werkstück erkannt wird, wird das Freigabesignal zurückgenommen. Wenn der Arbeitsraum frei ist, wird nach kurzer Wartezeit (ca. 1 Sek) das Werkstück mit Hilfe der Hebebühne angehoben und durch das resultierende Andrücken an das Messmodul auf seine Bauhöhe überprüft. Vor der Höhenmessung muss kurz gewartet werden, um ein Nachschwingen der Feder zu vermeiden. Gleichzeitig kann mit dem optischen Sensor festgestellt werden, ob das Bauteil schwarz ist oder nicht. Werkstücke mit Deckel werden, sobald das Freigabesignal der Folgestation vorliegt, an der oberen Hebebühnenposition auf die Luftrutsche (diese zuvor anschalten) ausgestoßen, wonach der Aufzug wieder in seine Ausgangsposition bewegt wird. Handelt es sich dagegen um ein Werkstück ohne Deckel, wird das Werkstück erst auf der unteren Hebebühnenposition auf die Ausschussrutsche ausgestoßen. Befindet sich die Anlage wieder in Ausgangsposition, kann der Ablauf von neuem begonnen werden.

Hinweise

- Bei den Messungen sollte sich das Werkstück eine kurze Zeit (z. B. drei Sekunden) in Ruhe bei dem Sensor befinden, bevor der Wert abgefragt wird.
- Es gibt keinen Sensor mit dem geprüft werden kann, ob der Ausstoßzylinder vollständig ausgefahren ist. Verwenden sie stattdessen eine geeignete Kontrollstruktur.
- Beim Verfahren des Aufzuges muss immer auf einen freien Arbeitsraum geachtet werden!
- Bei Vorgängen deren Endposition nicht durch Endlagensensoren überprüft werden können, müssen Sie zur Annahme des Erreichens der Endlage Zeitmessungen durchführen. Gehen Sie zunächst von ausreichend großen Werten aus (z. B. fünf Sekunden), bevor Sie die Zeiten später optimieren.
- Justieren Sie gegebenenfalls den Komparator zur Festlegung des Prüfintervalls des Höhensensors. Drehknopf 1 (Level 1) legt die untere, Drehknopf 2 (Level 2) die obere Schranke des Intervalls fest. Befindet sich der Messwert im Intervall, so wird eine 1 zurückgegeben. Ist der Sensor richtig eingestellt, sollte er die Werte in untenstehender Tabelle zurückgeben. (Sollten Sie nicht sicher sein, kontaktieren sie einen Tutor, bevor sie Änderungen vornehmen.)
- Ziehen Sie folgende Tabelle zu Rate, um Werkstücke mit Deckel mit den gegebenen Sensoren zu identifizieren:

	Mit Deckel		Ohne Deckel	
	<i>hoehe_ok</i>	<i>hoehe_ok!=</i>	<i>hoehe_ok</i>	<i>hoehe_ok!=</i>
	<i>werkstueck_nicht_schwarz</i>	<i>werkstueck_nicht_schwarz</i>	<i>werkstueck_nicht_schwarz</i>	<i>werkstueck_nicht_schwarz</i>
schwarz	1	1	0	0
	0		0	
rot oder metallisch	0	1	1	0
	1		1	

Wichtige Variablen

Eingänge (Rückmeldung der Anlage)

Bit	Variablenname	Beschreibung
0	e_werkstueck_vorhanden	Auf dem Aufzug wurde ein Werkstück erkannt (Sensor liefert nur auf unterer Aufzugposition richtige Daten)
1	e_werkstueck_nicht_schwarz	Werkstück auf dem Aufzug ist nicht schwarz (Sensor bewegt sich mit Aufzug mit)
2	e_arbeitsraum_frei	Der Arbeitsraum ist frei, der Umsetzer der Vorgängerstation ist auf Ausgangsposition (am Magazin)
3	e_hoehe_ok	Die gemessene Höhe liegt im eingestellten Intervall
4	e_aufzug_oben	Der Aufzug ist oben
5	e_aufzug_unten	Der Aufzug ist unten
6	e_zylinder_eingefahren	Der Ausschiebezylinder ist zurückgezogen (wirft nicht aus)
7	e_folgestation_frei	Die Folgestation kann ein Werkstück aufnehmen

Ausgänge (Befehle von Benutzer an Anlage)

Bit	Variablenname	Beschreibung
0	a_aufzug_abwaerts	Aufzug nach unten fahren
1	a_aufzug_aufwaerts	Aufzug nach oben fahren
2	a_zylinder_ausschieben	Ausschiebezylinder ausfahren, Werkstück auf eine der Rutschen schieben (Zylinder bewegt sich zurück, falls Wert nicht gesetzt)
3	a_luft_an	Luftkissen auf der oberen Rutsche anschalten
4	a_station_frei	Freigabesignal an vorhergehende Station geben

Sicherheitsfunktionen

Das Setzen einer Ausgangsvariable in bestimmten Zuständen wird durch das Rahmenprogramm verhindert, um Beschädigungen der Anlage vorzubeugen:

- Falls der Umsetzer nicht an unterer Position und dessen Zylinder nicht zurückgezogen ist, kann kein Freigabesignal gegeben werden.

Falls Sicherheitsfunktionen aktiv sind, leuchtet am Bedienpult die Lampe Q1.

Abnahme

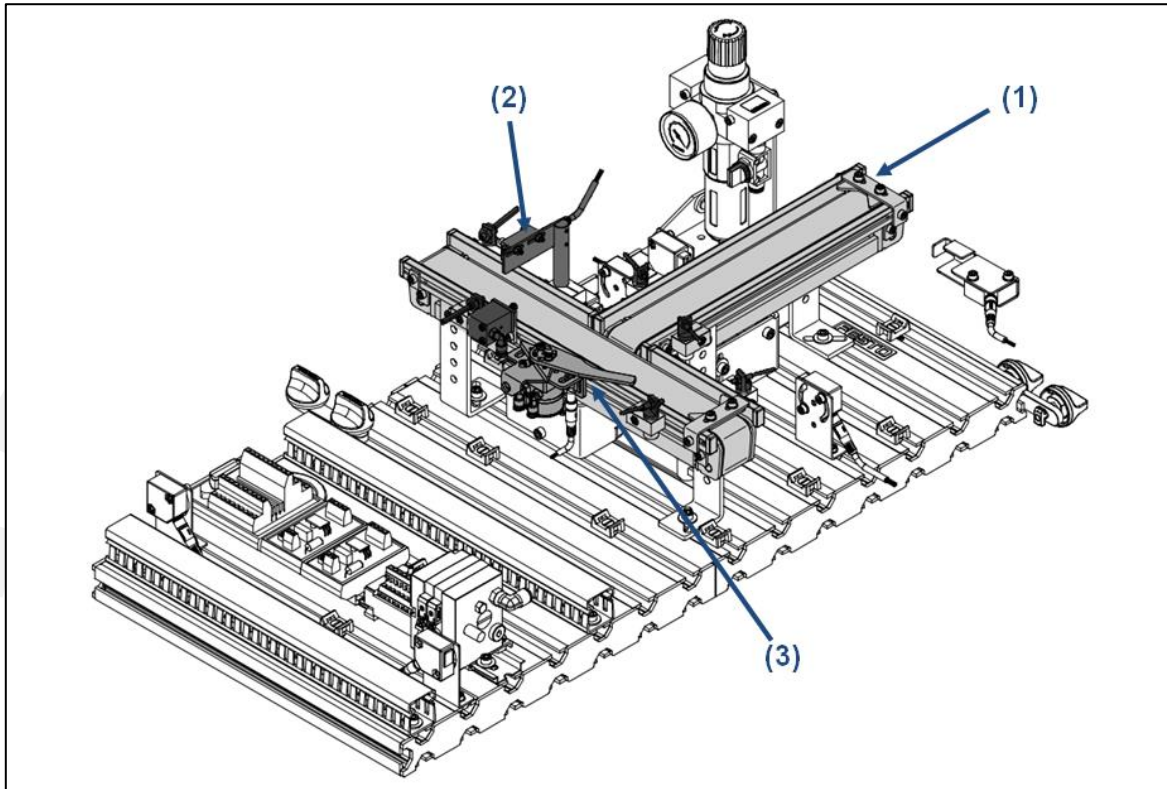
Zur Abnahme der Station sind folgende Eigenschaften zu erfüllen:

- Ausgangszustand laut Ablaufbeschreibung.
- Alle Werkstücke werden so sortiert, dass Werkstücke mit Deckel auf der Luftrutsche weitertransportiert werden und Werkstücke ohne Deckel auf die Ausschussrutsche befördert werden.
- Die Luftrutsche ist nur so lange wie nötig angeschaltet.

Es werden vier Werkstücke (schwarz ohne Deckel, rot/silbern ohne Deckel, rot/silbern mit Deckel, schwarz mit Deckel) in zufälliger Reihenfolge einzeln in die Aufnahme gelegt. Neue Werkstücke werden erst auf die Aufnahme gelegt, wenn das Freigabesignal an die Vorgängerstation gegeben wurde.

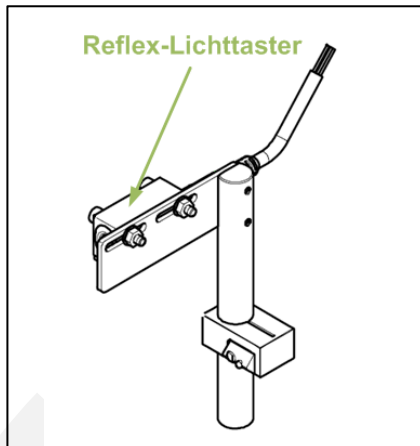
3. Station „Trennen“

Die Station „Trennen“ kann verschiedene Werkstücke unterscheiden und die nicht weiter benötigten auf ein *Ausschussband* (1) auslagern. Die Unterscheidung der Werkstücke erfolgt über eine *Höhenmessung* (2). Abhängig von der Bewertung befördert eine *Weiche* (3) die Werkstücke auf das Ausschussband.



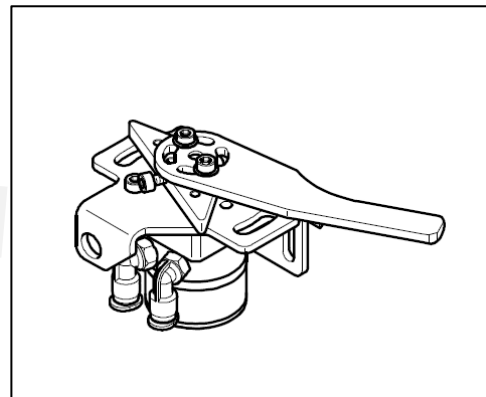
Module

Unterscheiden



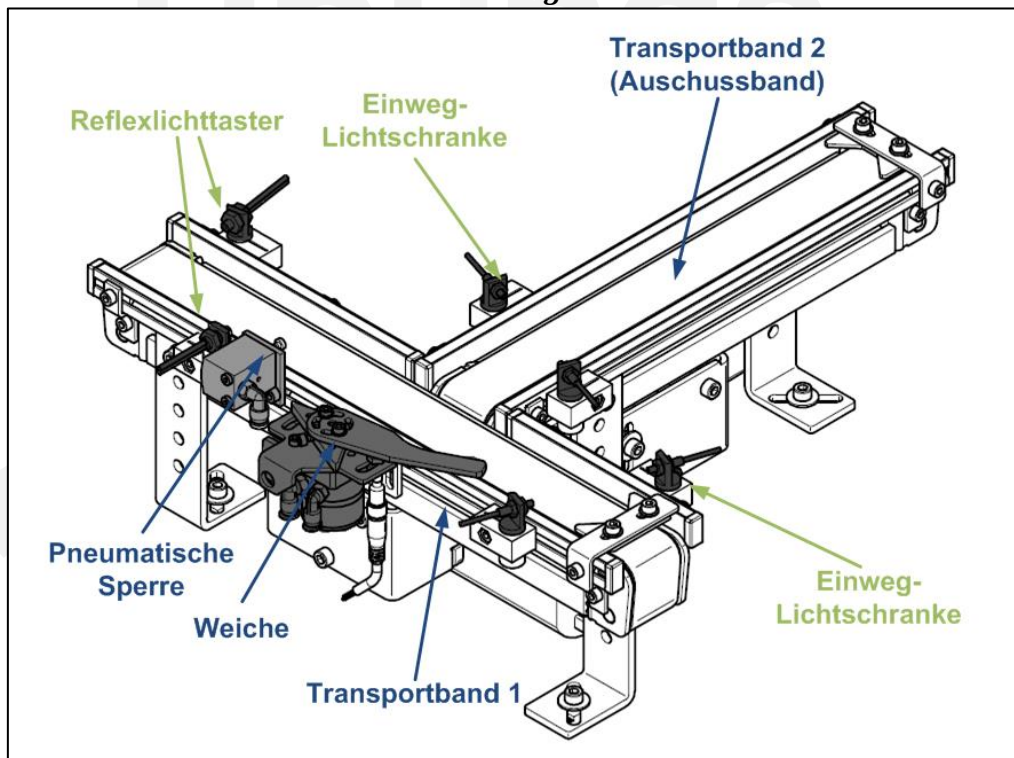
Das Modul dient dazu Werkstücke anhand ihrer Höhe zu klassifizieren. In einem bestimmten, hardwaretechnisch festgelegten Intervall (>25mm: rot+silber m. Deckel) gibt der Sensor einen positiven Wert (true) zurück.

Weiche



Das Modul dient dazu Werkstücke umzuleiten oder vorbeizulassen. In der Ausgangsstellung können Werkstücke ungehindert passieren. Beide Endlagen der Weiche sind über Sensoren erfassbar.

Verzweigen



Das Modul dient dazu die Werkstücke über zwei Transportbänder entsprechend ihrer vorhergehenden Klassifikation weiterzuleiten. Zur Erkennung von Werkstücken sind mehrere Lichttaster und Lichtschranken installiert. Um das Klassifizieren der Werkstücke durch das Modul *Unterscheiden* zu vereinfachen ist zusätzlich eine pneumatische Sperre installiert.

Ablauf

Zu Anfang befindet sich kein Werkstück in der Station und sowohl Sperre als auch Weiche befinden sich in ihrer Ausgangsstellung (Sperre ausgeschoben, Weiche nicht ablenkend). Beide Bänder sind ausgeschaltet. Zudem wird kein Freigabesignal gegeben. Wenn der Ausgangszustand hergestellt ist, beginnt die Anlage mit folgender Routine:

Zunächst muss ein Freigabesignal an die vorherige Station gegeben werden, damit Werkstücke in die Station gelangen können. Wird ein Werkstück in der ersten Lichtschranke erkannt, wird das Freigabesignal sofort zurückgenommen. Darauf wird nach kurzer Wartezeit das Hauptband angeschaltet. Nachdem das Werkstück an der Sperre angekommen ist, wird das Band ausgeschaltet und das Werkstück wird in seiner Höhe vermessen. Rote und silberne Werkstücke mit Deckel sollen auf dem Hauptband verbleiben. Auf Basis dieser Information wird die Weiche entsprechend geschaltet und ggf. das Ausschussband angeschaltet. Ist die Weiche in der richtigen Stellung wird die Sperre eingezogen und das Hauptband wieder eingeschaltet.

Der Fall, dass eines oder beide Bänder voll werden, wird hier nicht weiter betrachtet.

Hinweise

- Alle Werkstücke ohne Deckel sind mit Öffnung nach unten einzulegen, damit die Höhenmessung richtig durchgeführt werden kann.
- Bei den Messungen sollte sich das Werkstück eine kurze Zeit (z. B. drei Sekunden) in Ruhe bei dem Sensor befinden, bevor der Wert abgefragt wird.
- Bei Vorgängen deren Endposition nicht durch Endlagensensoren überprüft werden können, müssen Sie zur Annahme des Erreichens der Endlage Zeitmessungen durchführen. Gehen Sie zunächst von ausreichend großen Werten aus (z. B. fünf bis zehn Sekunden), bevor Sie die Zeiten später optimieren.
- Auf silberne Werkstücke ohne Deckel wird auf Grund des (in diesem Falle) unzuverlässigen Höhensensors bei der Einzelabnahme dieser Station verzichtet.

Wichtige Variablen

Eingänge (Rückmeldung der Anlage)

Bit	Variablenname	Beschreibung
0	e_werkstueck_am_anfang	Reflexlichttaster am Anfang des Bandes detektiert ein Werkstück
1	e_werkstueck_an_sperre	Reflexlichttaster an der pneumatischen Sperre detektiert ein Werkstück
2	e_hoehe_ok	Werkstückhöhe liegt in einem bestimmten Intervall
3	e_weiche_nicht_ablenkend	Weiche lässt Werkstücke passieren
4	e_ausschuss- band_nicht_voll	Das Ausschussband ist nicht voll (Lichtschranke nicht durchbrochen)
5	e_werkstueck_am_ende	Lichtschranke am Hauptbandende ist durchbrochen

Ausgänge (Befehle von Benutzer an Anlage)

Bit	Variablenname	Beschreibung
0	a_hauptband_an	Hauptband anschalten
1	a_ausschussband_an	Ausschussband anschalten
2	a_sperre_einziehen	Pneumatische Sperre einziehen (Werkstücke durchlassen)
3	a_weiche_lenke_ab	Weiche schalten, so dass die Werkstücke auf das Ausschussband gelenkt werden
7	a_station_frei	Freigabesignal an Vorgängerstation senden

Sicherheitsfunktionen

Das Setzen einer Ausgangsvariable in einem bestimmten Zustand wird durch das Rahmenprogramm verhindert, um Beschädigungen der Anlage vorzubeugen:

- Falls ein Werkstück am Bandanfang detektiert wird, kann kein Freigabesignal an die Vorgängerstation gegeben werden.

Falls Sicherheitsfunktionen aktiv sind, leuchtet am Bedienpult die Lampe Q1.

Abnahme

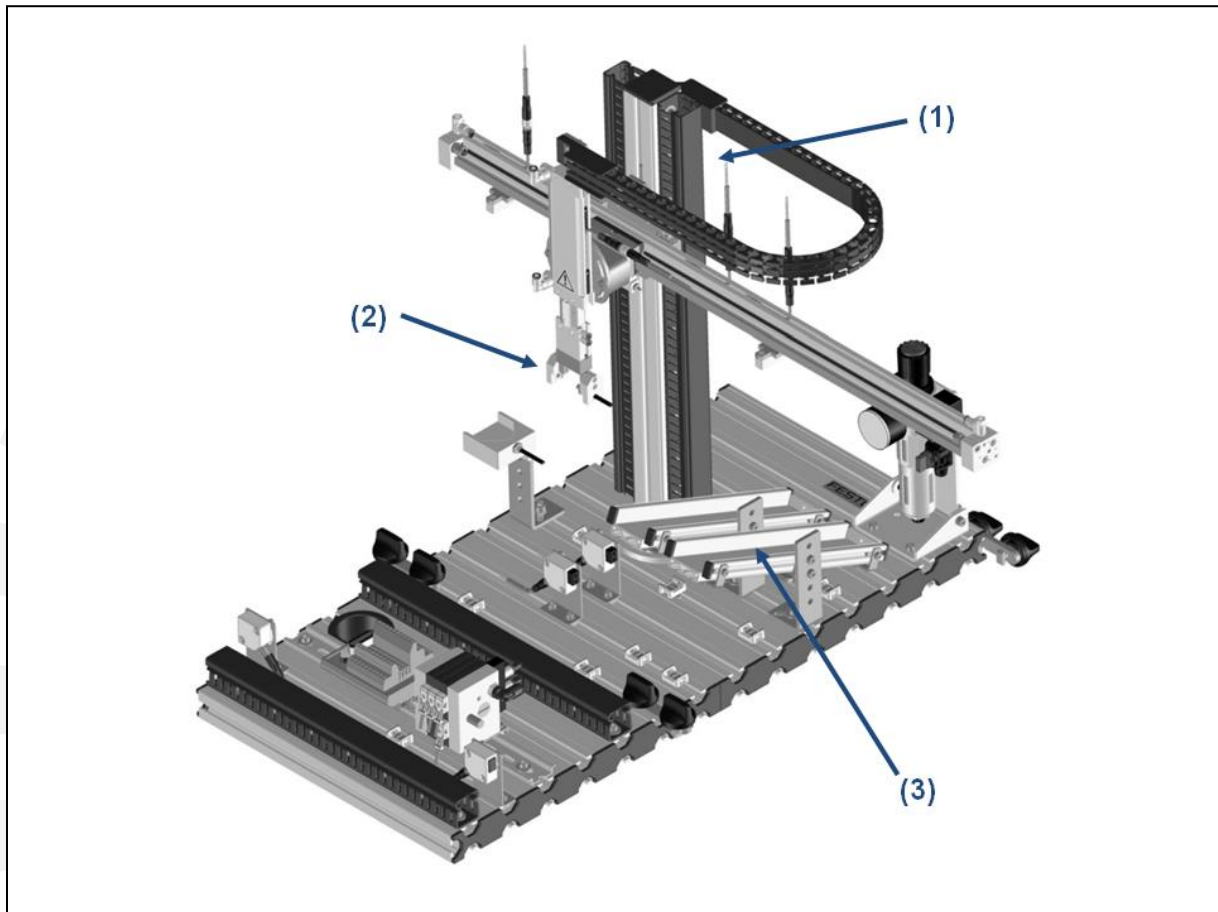
Zur Abnahme der Station sind folgende Eigenschaften zu erfüllen:

- Ausgangssituation laut Ablaufbeschreibung.
- Werkstücke werden so sortiert, dass alle schwarzen (mit Deckel oder ohne) und rote (und silberne) Werkstücke ohne Deckel auf das Ausschussband transportiert werden, alle anderen weiter auf das Hauptband. Beachten Sie hierbei die unterschiedlichen Höhen der Werkstücke verschiedener Farben!
- Freigabesignal darf nur gegeben werden, wenn Abstellplatz am Bandanfang nicht belegt ist.

Es werden vier Werkstücke (schwarz ohne Deckel, rot ohne Deckel, rot mit Deckel, schwarz mit Deckel) in zufälliger Reihenfolge einzeln auf das Band gelegt. Neue Werkstücke werden erst auf das Band gelegt, wenn das Freigabesignal an die Vorgängerstation gegeben wurde. Auf silberne Werkstücke wird verzichtet, da der Hözensensor hier in manchen Fällen nicht korrekt arbeitet.

4. Station Handhaben

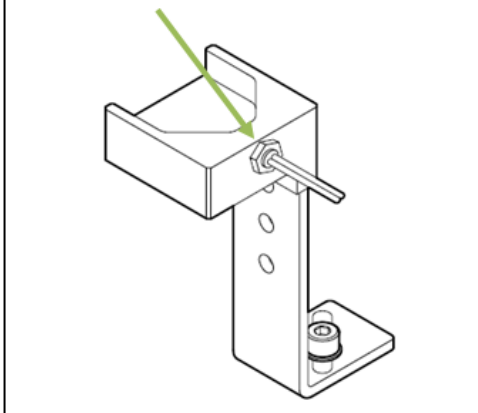
Herzstück dieser Station ist ein *Zwei-Achs-Kran (PicAlfa)* (1), der mittels eines *pneumatischen Greifers* (2) Werkstücke von der Aufnahme abholen kann und sie anschließend auf eine der beiden *Rutschen* (3) oder der Folgestation ablegt. Im Greifer ist ein optischer Sensor angebracht, der zwischen „schwarzen“ und „nicht-schwarzen“ Werkstücken unterscheiden kann.



Module

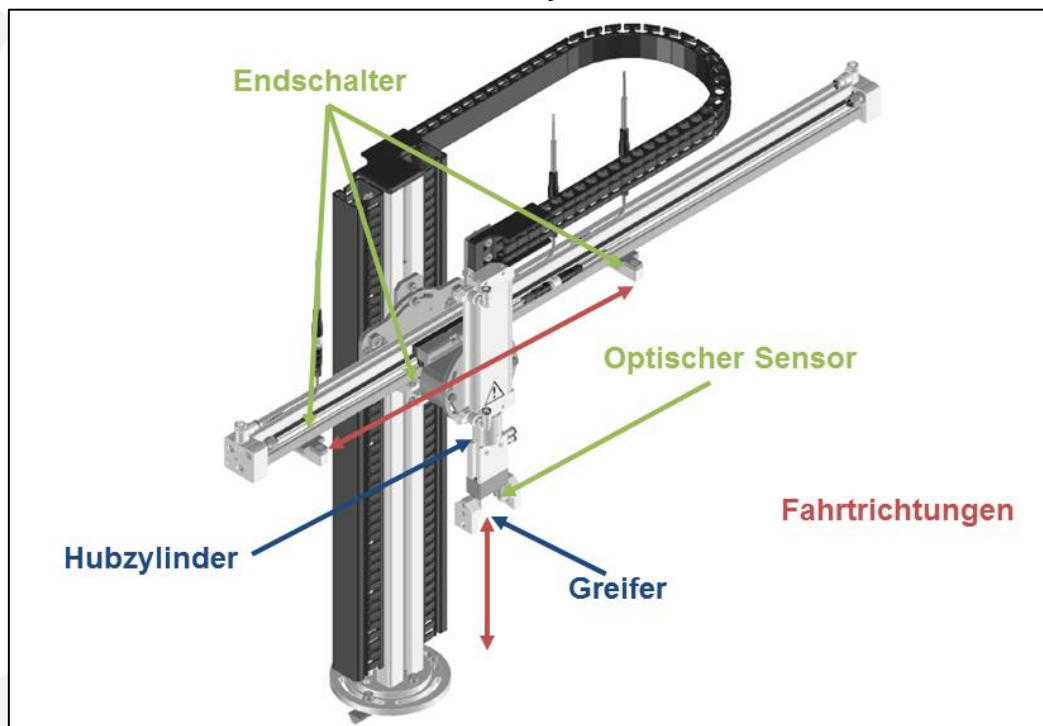
Aufnahme

Reflexlichttaster



Das Modul dient dazu die Werkstücke in einer definierten Position zu halten, so dass sie vom Kran beziehungsweise dessen Greifer aufgenommen werden können. Die Anwesenheit eines Werkstücks kann über einen Lichttaster erkannt werden. Zur Kollisionsvermeidung mit der Vorgängerstation werden Werkstücke erst erkannt, wenn der Umsetzer der Vorgängerstation sich in der Ausgangsposition befindet.

PicAlfa



Das Modul besteht aus einem 2-Achs-Kran, der über einen Greifer verfügt, um Werkstücke aufnehmen zu können. Für drei Positionen des Krans existieren Sensoren. Zusätzlich ist im Greifer ein Sensor installiert, um schwarze und nicht-schwarze Werkstücke zu unterscheiden. Die vertikale Position des Greifers kann ebenfalls über Sensoren abgefragt werden.

Ablauf

Zu Anfang befindet sich in der Aufnahme kein Werkstück, der Greifer ist geöffnet in seiner oberen Endlage und der Kran steht bei der Folgestation. Zudem wird kein Freigabesignal gegeben. Wenn der Ausgangszustand hergestellt ist, beginnt die Anlage mit folgender Routine:

Es wird ein Freigabesignal gegeben, um Werkstücke anzufordern. Sobald in der Aufnahme ein Werkstück erkannt wird, wird das Freigabesignal an die Vorgängerstation sofort zurückgenommen. Beachten Sie, dass Werkstücke erst erkannt werden, wenn auch der Umsetzer der Vorgängerstation in seiner Ausgangslage (beim Magazin) ist. Der Kran verfährt nun zur Aufnahme, der Greifer wird abgesenkt, das Werkstück gegriffen und der Greifer wieder nach oben gefahren. Anschließend wird überprüft, ob das Werkstück schwarz oder nicht schwarz ist. Darauf fährt der Kran bei schwarzen Werkstücken, zur Rutsche und legt diese dort ab. Ansonsten fährt der Kran zur Folgestation und legt das Werkstück dort ab (Freigabesignal der Folgestation nötig!). Danach fährt er wieder auf seine Ausgangsposition und gibt erneut das Freigabesignal an die Vorgängerstation.

Hinweise

- Wenn beide Pneumatikventile für den Kran angeschaltet sind, bewegt sich der Kran nicht.
- Für das Absenken und das Öffnen des Greifers werden Pneumatikzylinder eingesetzt. Das Heben und Schließen des Greifers geschieht mittels Rückstellfedern.
- Bei den Messungen sollte sich das Werkstück eine kurze Zeit (z. B. eine Sekunde) in Ruhe bei dem Sensor befinden, bevor der Wert abgefragt wird.
- Bei Vorgängen deren Endposition nicht durch Endlagensensoren überprüft werden können, müssen Sie zur Annahme des Erreichens der Endlage Zeitmessungen durchführen. Gehen Sie zunächst von ausreichend großen Werten aus (z. B. fünf Sekunden), bevor Sie die Zeiten später optimieren.
- Beachten Sie, dass das Freigabesignal der Folgestation hardwaregebunden standardmäßig gegeben wird (`folgestation_belegt = 0`), selbst wenn die Folgestation nicht läuft oder programmiert wird.

Wichtige Variablen

Eingänge (Rückmeldung der Anlage)

Bit	Variablenname	Beschreibung
0	e_werkstueck_vorhanden	In der Werkstückaufnahme liegt ein Werkstück und der Umsetzer der Station „Verteilen“ befindet sich bei Magazin
1	e_kran_bei_aufnahme	Der Kran ist bei der Aufnahme
2	e_kran_bei_folgestation	Der Kran ist beim vorderen Sensor (1.Rutsche)
3	e_kran_bei_rutsche	Der Kran ist beim hinteren Sensor (Folgestation)
4	e_greifer_unten	Der Greifer ist unten
5	e_greifer_oben	Der Greifer ist oben
6	e_werkstueck_nicht_schwarz	Der Sensor im offenen Greifer erkennt ein nicht schwarzes Werkstück
7	e_folgestation_frei	Die Folgestation ist frei

Hinweis: Das Freigabesignal kann in dieser Station auch durch den Schlüsselschalter an der Bedienkonsole vorgetäuscht werden, falls die Folgestation beispielsweise nicht programmiert wird.

Ausgänge (Befehle von Benutzer an Anlage)

Bit	Variablenname	Beschreibung
0	a_kran_zu_aufnahme	Kran in Richtung Aufnahme (Vorgängerstation) fahren
1	a_kran_zu_folgestation	Kran in Richtung Folgestation fahren
2	a_greifer_abwaerts	Greifer nach unten fahren (Zylinder bewegt sich zurück, falls Wert nicht gesetzt)
3	a_greifer_oeffnen	Greifer öffnen
7	a_station_frei	Vorgängerstation ein Freigabesignal geben

Sicherheitsfunktionen

Das Setzen einiger Ausgangsvariablen in bestimmten Zuständen wird durch das Rahmenprogramm verhindert, um Beschädigungen der Anlage vorzubeugen:

1. Falls der Greifer an der unteren Endposition ist, wird verhindert, dass der Kran nach links oder rechts verfahren werden kann.
2. Falls der Kran an der Position der Aufnahme (Vorgängerstation) steht oder gerade in Richtung Aufnahme verfahren wird, wird verhindert, dass der Vorgängerstation ein Freigabesignal gegeben werden kann.

Falls Sicherheitsfunktionen aktiv sind, leuchtet am Bedienpult die Lampe Q1.

Abnahme

Zur Abnahme der Station sind folgende Eigenschaften zu erfüllen:

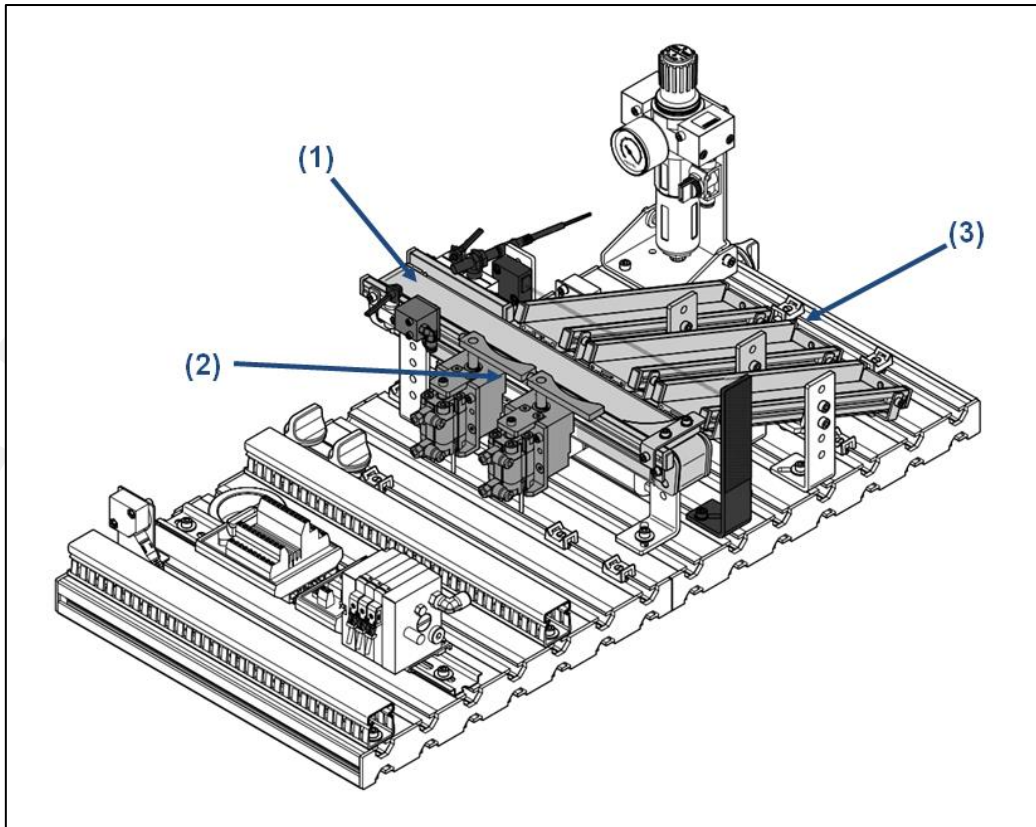
- Ausgangssituation laut Ablaufbeschreibung.
- Freigabesignal für die Vorgängerstation wird zurückgenommen, sobald Werkstück auf Aufnahme liegt und Vorgängerstation in Ausgangsposition (am Magazin) ist.
- Kran fährt nicht in Richtung der Folgestation, wenn das Freigabesignal der Folgestation nicht gegeben wurde.
- Der Kran transportiert ein schwarzes Werkstück auf die Ausschussrutsche und alle anderen zur Folgestation (Versuch mit schwarzem Werkstück darf wiederholt werden, da Sensor nicht sehr zuverlässig ist).

Es werden vier Werkstücke (schwarz ohne Deckel, rot/silbern ohne Deckel, rot/silbern mit Deckel, schwarz mit Deckel) in zufälliger Reihenfolge einzeln in die Aufnahme gelegt. Neue Werkstücke werden erst auf die Aufnahme gelegt, wenn das Freigabesignal an die Vorgängerstation gegeben wurde.

Übungs-
skript

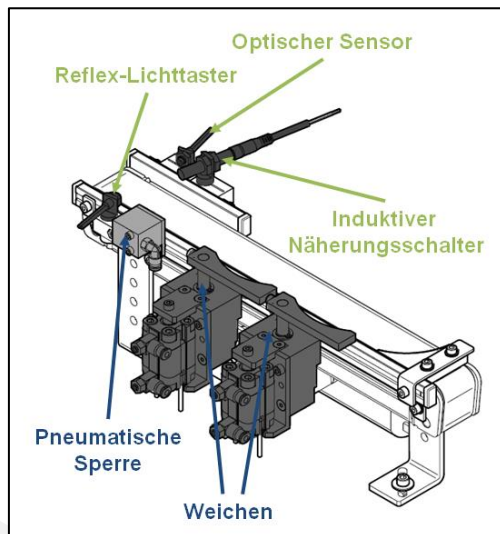
5. Station Sortieren

Beim Erreichen der Station „Sortieren“ wird das Werkstück zunächst am *Erkennungsmodul (1)* angehalten und eindeutig identifiziert. Anschließend wird es entsprechend der Vorgaben mithilfe der beiden *Weichen (2)* auf eine der drei *Rutschen (3)* einsortiert.



Module

Sortierband



Das Modul dient dazu Werkstücke zu klassifizieren und entsprechend weiterzuleiten. Zur Klassifikation von Werkstücken verfügt das Modul über einen induktiven Sensor, der metallische von nicht-metallischen Werkstücken unterscheiden kann; sowie einen optischen Sensor, der schwarze von nicht-schwarzen Werkstücken unterscheiden kann. Zur Klassifikation können die Werkstücke mittels einer pneumatischen Sperre angehalten werden. Das Einsortieren der Werkstücke in die passenden Rutschen geschieht durch zwei Weichen, deren Endlagen ebenfalls erfasst werden. Werkstücke am Anfang des Moduls werden zusätzlich über einen Lichttaster erkannt.

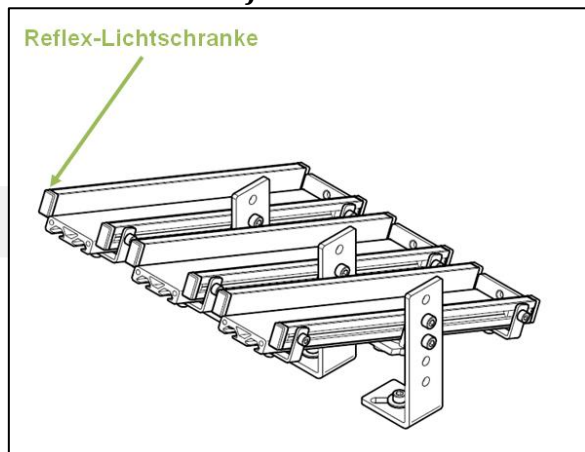
Ablauf

Zu Anfang befindet sich kein Werkstück auf der Station, das Band ist aus und sowohl Sperre als auch Weichen in ihrer Ausgangsstellung (Sperre ausgeschoben, Weichen nicht ablenkend). Zudem wird kein Freigabesignal gegeben. Wenn der Ausgangszustand hergestellt ist, beginnt die Anlage mit folgender Routine:

Es wird der Vorgängerstation ein Freigabesignal weitergegeben, um ein Werkstück anzufordern. Sobald von der ersten Lichtschranke ein Teil erkannt wird, wird das Freigabesignal zurückgenommen und das Hauptband eingeschaltet. Nach kurzer Zeit ist das Werkstück an der Sperre angekommen. Dort wird an den Sensoren die Eigenschaft des Werkstückes überprüft. Währenddessen sollte das Hauptband ausgeschaltet sein, damit sich das Werkstück bei der Messung in Ruhe befindet. Im Folgenden werden die Weichen entsprechend der getroffenen Sortierentscheidung geschaltet. Sobald sich die Weichen in der richtigen Stellung befinden, wird die Sperre eingefahren, um das Werkstück passieren zu lassen. Nach einigen Sekunden wird die Station wieder in ihren Ausgangszustand versetzt.

Der Fall, dass die Rutschen voll werden, muss hier nicht weiter betrachtet werden.

Dreifachrutsche



Das Modul besitzt drei Rutschen, in welche die Werkstücke einsortiert werden. Eine volle Rutsche wird über eine Lichtschranke erkannt.

Hinweise

- Bei Vorgängen deren Endposition nicht durch Endlagensensoren überprüft werden können, müssen Sie zur Annahme des Erreichens der Endlage Zeitmessungen durchführen. Gehen Sie zunächst von ausreichend großen Werten aus (z.B. fünf Sekunden), bevor Sie die Zeiten später optimieren.
- Die Lichtschranke überprüft den Arbeitsraum direkt vor dem ersten Stopper nicht.
- Die Werkstücke sollen entsprechend der folgenden Tabelle sortiert werden:

Werkstück	Rot	Schwarz	Metallisch
Rutsche	Erste (Weiche 1)	Mittlere (Weiche 2)	Letzte

Wichtige Variablen

Eingänge (Rückmeldung der Anlage)

Bit	Variablenname	Beschreibung
0	e_werkstueck_am_anfang	Werkstück am Anfang des Bandes detektiert
1	e_werkstueck_metallisch	Werkstück an Sperre ist metallisch
2	e_werkstueck_nicht_schwarz	Werkstück an Sperre ist nicht schwarz
3	e_rutschen_voll	Eine der drei Rutschen ist voll
4	e_weiche1_nicht_ablenkend	Weiche 1 ist nicht geschaltet (lenkt nicht ab)
5	e_weiche1_ablenkend	Weiche 1 ist geschaltet (lenkt ab)
6	e_weiche2_nicht_ablenkend	Weiche 2 ist nicht geschaltet (lenkt nicht ab)
7	e_weiche2_ablenkend	Weiche 2 ist geschaltet (lenkt ab)

Ausgänge (Befehle von Benutzer an Anlage)

Bit	Variablenname	Beschreibung
0	a_band_an	Band anschalten
1	a_weiche1_lenke_ab	Erste Weiche schalten, so dass die Werkstücke auf die erste Rutsche geleitet werden
2	a_weiche2_lenke_ab	Zweite Weiche schalten, so dass die Werkstücke auf die zweite Rutsche geleitet werden
3	a_sperre_einziehen	Pneumatische Sperre einziehen, also Werkstücke durchlassen
7	a_station_frei	Freigabesignal an Vorgängerstation senden

Sicherheitshinweise

Wenn die Lichtschranke an einer der drei Rutschen durchbrochen sein sollte (e_rutschen_voll = TRUE), dann sollte kein weiteres Werkstück mehr durch die Schranke am Anfang des Bandes durchgelassen werden.

Abnahme

Zur Abnahme der Station sind folgende Eigenschaften zu erfüllen:

- Ausgangszustand laut Ablaufbeschreibung.
- Band wird nach Sortiervorgang wieder ausgeschaltet.
- Station sortiert schwarze, rote und metallische Bauteile (mit oder ohne Deckel) in die drei unterschiedlichen Rutschen (welche Rutsche für welche Farbe verwendet wird, entspricht der Vorgabe).
- Das Freigabesignal wird an die Vorgängerstation gegeben, wenn die Station für die Aufnahme neuer Werkstücke bereit ist.

Es werden sechs Werkstücke (je zwei rote, schwarze und silberne) in zufälliger Reihenfolge einzeln auf das Band gelegt. Neue Werkstücke werden erst auf das Band gegeben, wenn das Freigabesignal an die Vorgängerstation gegeben wurde.

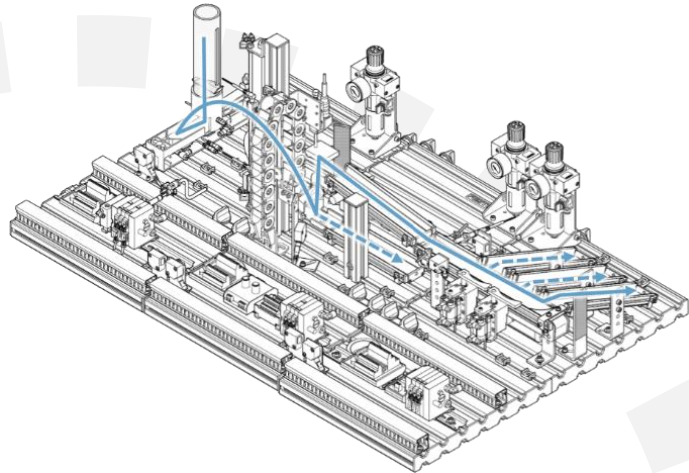
Übungs-
skript

Anlagenbeschreibung

Im Anlagenpraktikum gibt es zwei verschiedene Anlagenkombinationen die je aus drei Stationen bestehen. Um die Teambonuspunkte zu erlangen, müssen je nach Anlagenkombination bestimmte Eigenschaften bei Durchführung eines festgelegten Testfalls erfüllt werden.

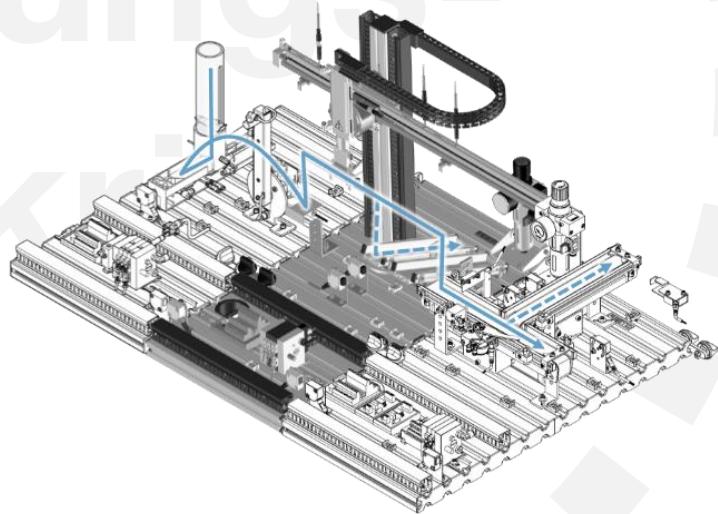
Kombination 1: Verteilen – Prüfen – Sortieren

Um den Teambonus bei dieser Anlage zu erlangen, müssen **nach Abnahme der Einzelanlagen** alle vier zufällig ausgewählte Werkstücke richtig sortiert werden. Unter den eingelegten Werkstücken muss sich mindestens ein Werkstück befinden, dass in die Sortierrutschen der letzten Station gelangen soll. In welche Sortierrutschen das Werkstück dabei gelangt, ist für die Auswahl unerheblich. Es dürfen keine Kollisionen zwischen den Stationen auftreten.

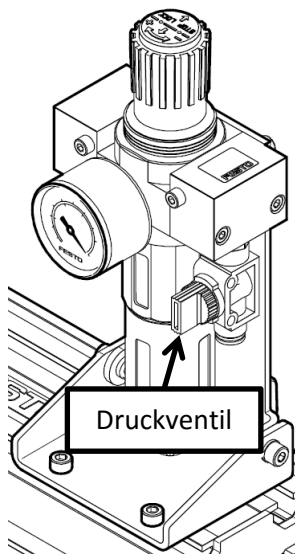


Kombination 2: Verteilen – Handhaben – Trennen

Um den Teambonus bei dieser Anlage zu erlangen, müssen **nach Abnahme der Einzelanlagen** alle vier eingelegten Werkstücke richtig sortiert werden. Es werden keine silbernen Werkstücke verwendet. Es dürfen keine Kollisionen zwischen den Stationen auftreten.



Sicherheitshinweise



- Sofern ein manueller Eingriff notwendig ist, schließen Sie auf jeden Fall das Druckventil und öffnen Sie dieses nur, wenn sich weder Werkstücke noch Körperteile im Gefahrenbereich befinden. Beachten Sie, dass trotz geschlossenem Ventil Aktoren kaum zu bewegen sein können.
- Versuchen Sie insbesondere den Aufzug der Station „Prüfen“ nicht gewaltsam zu bewegen!
- Halten Sie während des Betriebs der Anlage Ihre Hände von allen beweglichen Teilen fern.
- Verkleben sich Teile der Anlage betätigen Sie die Stop-Taste auf der Bedienkonsole und setzen Sie das Programm zurück (Stop-Knopf in PIT).
- Um Kollisionen mit anderen Stationen zu vermeiden, geben Sie das Freigabesignal per Schlüssel nur, wenn der Partner der Folgestation informiert ist oder an der Nachfolgestation nicht programmiert wird. Des Weiteren soll ein Freigabesignal nur gegeben werden, wenn die Anlage bereit ist ein Werkstück aufzunehmen.

Übungs-
skript