

Technische Ausbildung neu gedacht

GUNT DigiSkills 5



Robotik und Automatisierung – automatisierter Prozess mit Cobot



Inhaltsverzeichnis

1	Automatisierter Prozess mit Cobot IA 500	04
2	Vorgehensweise bei der Automatisierung eines Prozesses	06
	Prozessanalyse	06
	Konzepterstellung	07
	Implementierung	10
	Prüfen und Optimieren	11
3	GUNT Skills Media Center	12
4	Didaktik	13
4.1	Didaktische Typologie	13
4.2	Lerninhalte	13
5	DigiSkills 5 Geräteübersicht	14
5.1	Automatisierter Prozess mit Cobot	14
5.2	WP300 Werkstoffprüfung, 20 kN	14
5.3	IA 501 Programmierung eines Servoantriebs	15

Vorwort

Wie kaum eine andere Berufsgruppe stehen die industriellen Metall- und Elektroberufe im Fokus, wenn es um **Digitalisierung** und **Industrie 4.0** geht. Die neue – für alle verbindliche – Berufsbildposition, Digitalisierung der Arbeit, verlangt die konkrete Umsetzung der Industrie 4.0 relevanten Kompetenzfelder und Ausbildungsinhalte. Konventionelle und innovative Techniken existieren nebeneinander und müssen beide gemeistert werden. Als **vertikale Integration von Lerninhalten** wird die neue Berufsbildposition: Digitalisierung der Arbeit, über die gesamte Ausbildungszeit im Ausbildungsbetrieb und in der Berufsschule vermittelt.

Das Lernprojekt DigiSkills 5 ist auch im Hochschulbereich für die Vorlesungen im Bereich Robotik und Automatisierung sehr gut geeignet.

GUNT kann Ihnen bei diesen komplexen berufspädagogischen Aufgaben helfen. Unsere praxisnahen, arbeitsprozessorientierten Lernprojekte, die perfekt geeignet sind, um digitale Kompetenzen zu entwickeln, stehen Ihnen **als Produktlinie GUNT DigiSkills** zur Verfügung.

Mit dem Lernprojekt **GUNT DigiSkills 5** Kompetenzen für die Arbeitswelt 4.0 entwickeln **interdisziplinär – digital**



Zur DigiSkills Website

Das Lernprojekt GUNT DigiSkills 5

Das Thema dieses Lernprojekts ist **Automatisierung** und **Robotik**. Beides sind wichtige Bestandteile in den Fachbereichen **Mechatronik, Mechanik, Elektrotechnik** oder **Informatik**. Damit werden die Themen: Steuerung, SPS, Programmierung, Systemintegration, Prozessintegration, Hydraulik und Pneumatik abgedeckt. Kernelement dieses Lernprojektes ist ein kollaborativer Roboter, ein Cobot.

Cobots werden u.a. in der Maschinenbeladung und der Qualitätsprüfung eingesetzt. Grundlage zur Nutzung von Cobots ist die Prozessautomatisierung. In dem Lernprojekt **DigiSkills 5** werden Prozesse für ein mechanisches Prüfverfahren automatisiert. Die Automatisierung wird schrittweise erläutert und mit praktischen Aufgaben, Anleitungen und Informationen untermauert.

Mit Hilfe des manuell betriebenen Werkstoffprüfgerätes, **WP300**, wird der Prozess analysiert und das System in kleinere Einheiten unterteilt z.B. in Baugruppen und Funktionen inkl. der passenden Tools. Aus der Analyse wird das Automatisierungspotenzial für das System **IA 500** erarbeitet. Die so entwickelten Lösungen sollen anschließend implementiert, geprüft und optimiert werden. Ergänzend und unabhängig vom System IA 500 können hochinteressante Programmieraufgaben mit dem dafür entwickelten Gerät **IA 501**, Programmierung eines Servoantriebs bearbeitet werden.

Das **GUNT Skills Media Center** stellt für alle Schritte des Automatisierungsprozesses ein digitales Lernumfeld zur Verfügung.

GUNT DigiSkills Lernprojekte



- 1 Technisches Zeichnen – Technische Kommunikation
- 2 Längenprüftechnik
- 3 Vorbeugende Instandhaltung
- 4 Energieeffizienz bei Druckluftanlagen
- 5 Robotik und Automatisierung

Wie wird ein Prozess automatisiert?

Prozessanalyse

Identifikation und Analyse des Prozesses: mit Hilfe des manuell betriebenen Werkstoffprüfgerätes, **WP 300**, werden die Arbeitsschritte identifiziert.

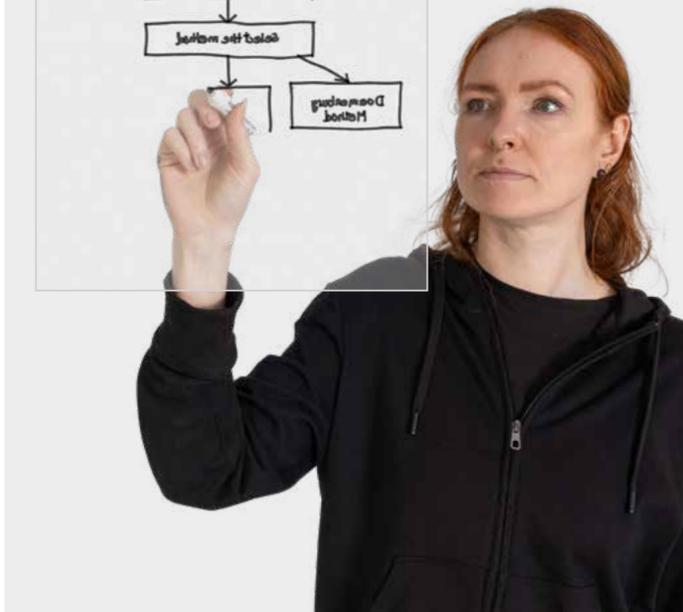
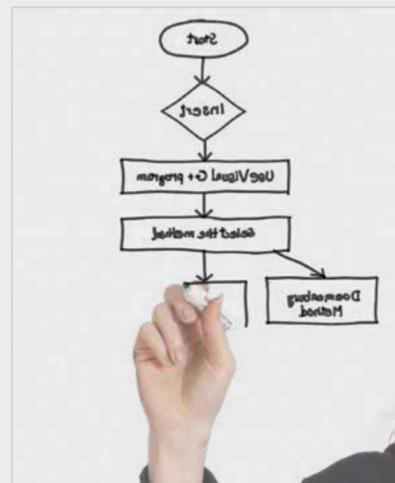
- System beschreiben
- Automatisierungspotenzial erkennen
- Lösungen für Bewegungen und Kommunikation erarbeiten



Konzepterstellung

Entwicklung eines Konzeptes, das die Arbeitsschritte, die benötigten Tools sowie das Ziel der Automatisierung definiert.

- Ablaufplan erstellen
- Umsetzung in einem Flow Chart



Implementierung

Umsetzung des Automatisierungskonzeptes

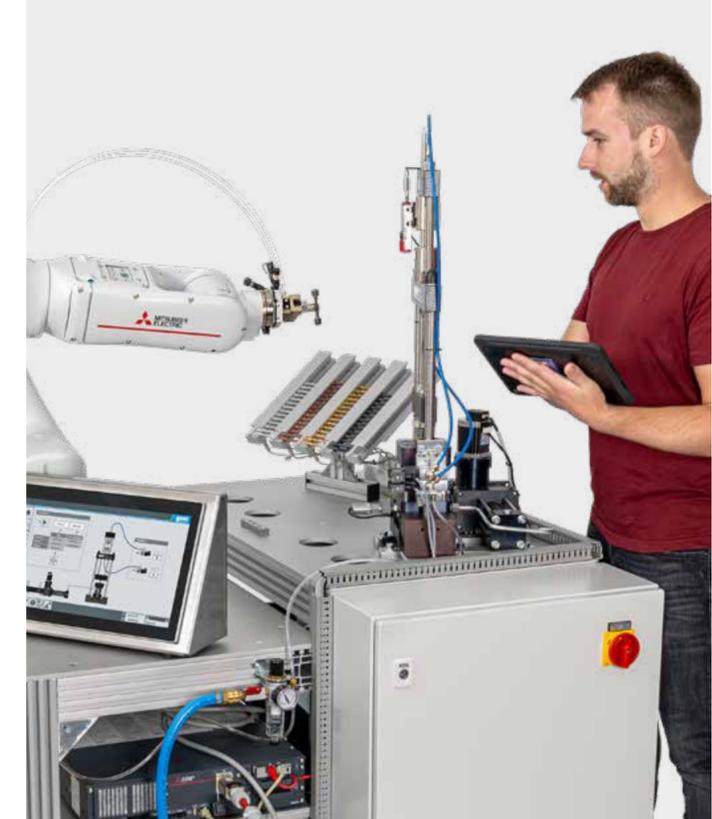
- Programmierung des Prozessablaufes aus dem Flow Chart mit Hilfe des Controllers
- Tools: Auslegen, Definieren der Schnittstellen und deren Zusammenarbeit, z.B.
 - ▶ Magazin für die Materialproben,
 - ▶ Antrieb des Spindelhubgetriebes über Servomotor,
 - ▶ Hydraulik zur Kraftumsetzung



Prüfen und Optimieren

Inbetriebnahme und Überprüfung des Prozesses

- Überprüfung des Betriebs und der Ergebnisse der Automatisierung
- bei Bedarf entsprechende Anpassungen vornehmen



1 | Automatisierter Prozess mit Cobot IA 500

Aufgaben des automatisierten Prozesses

- kontinuierliche Ermittlung von Werkstoffdaten aus einem normgerechten Zugversuch
- Einlegen der Zugproben und Entfernen der Bruchstücke durch Roboter
- hydraulische Erzeugung der Prüfkraft

Cobot – hochwertiger kollaborativer Roboter

- industrielle Steuerung für 6 Achsen
- niedrige Anforderungen zur Arbeitssicherheit
- Leistungs- und Kraftbegrenzung gemäß ISO TS 15066

Probenmagazin

- 4 unterschiedliche Werkstoffe
- automatische Erkennung der Stückzahl und Werkstoffauswahl der Proben

Hydraulisches System

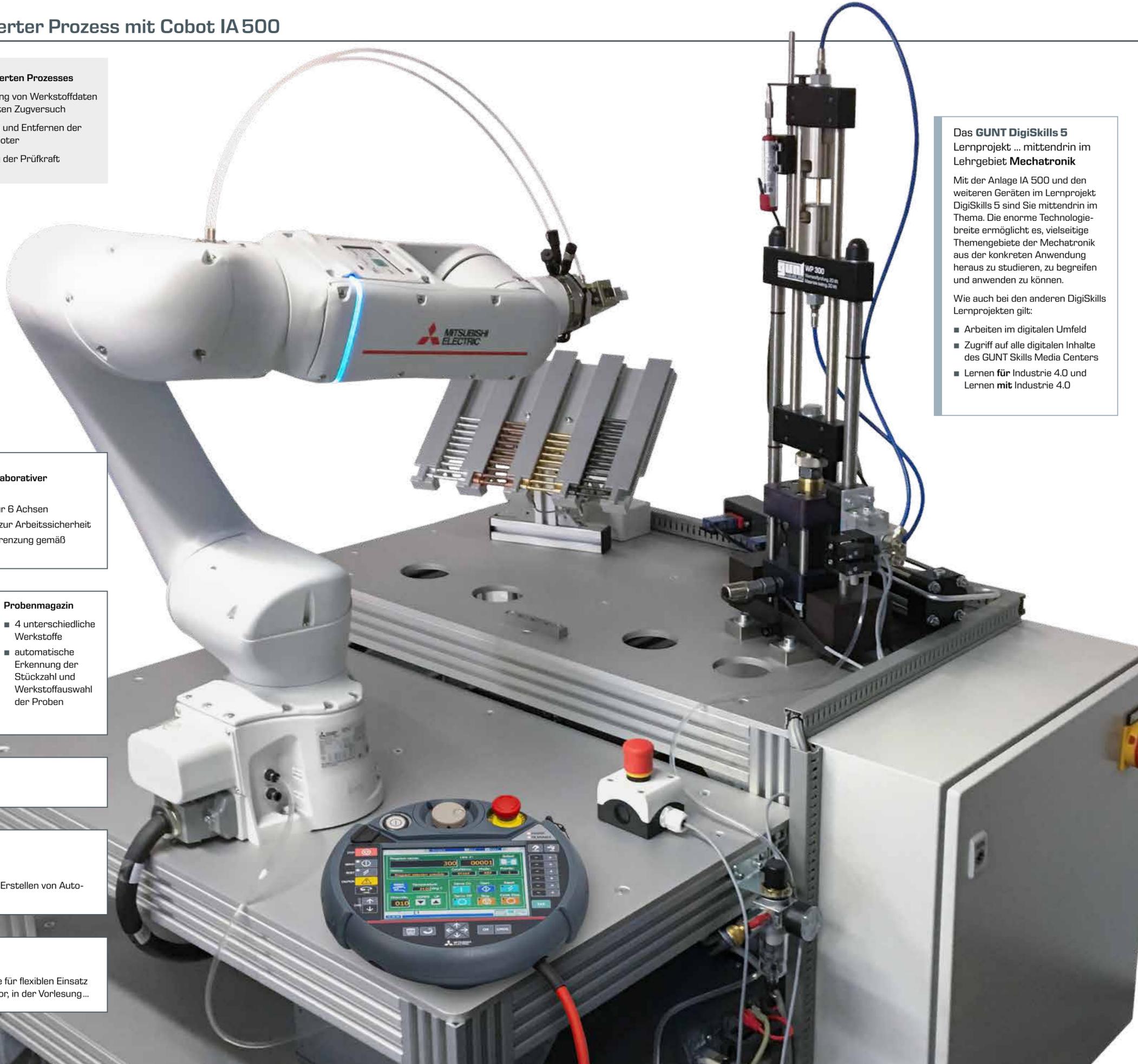
- Erzeugung der Prüfkraft

Controller

Low-Code-Funktionen zum Erstellen von Automatisierungsskripten

Gesamtaufbau auf stabilen Alurahmen

- fahrbare Versuchsanlage für flexiblen Einsatz in der Werkstatt, im Labor, in der Vorlesung...



Das GUNT DigiSkills 5 Lernprojekt ... mittendrin im Lehrgebiet Mechatronik

Mit der Anlage IA 500 und den weiteren Geräten im Lernprojekt DigiSkills 5 sind Sie mittendrin im Thema. Die enorme Technologiebreite ermöglicht es, vielseitige Themengebiete der Mechatronik aus der konkreten Anwendung heraus zu studieren, zu begreifen und anwenden zu können.

Wie auch bei den anderen DigiSkills Lernprojekten gilt:

- Arbeiten im digitalen Umfeld
- Zugriff auf alle digitalen Inhalte des GUNT Skills Media Centers
- Lernen für Industrie 4.0 und Lernen mit Industrie 4.0



Eine normgerechte metallische Zugprobe wird unter Normbedingungen „zerrissen“

- vielseitige Daten zum Prüfergebnis sind automatisch verfügbar

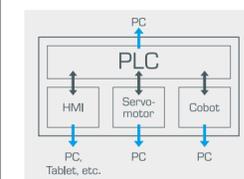


Frei bewegliches Bedienelement (HMI) im separaten Gehäuse mit Touchscreen

- vielseitige Menüs zur Bedienung, Beobachtung und zur Datenanzeige
- viele didaktische Elemente unterstützen den Lernprozess
- Screen-Mirroring verfügbar

Automatisierter Prozessablauf

Programmierung



Smarte Kommunikation der Aktoren



Schaltschrank mit allen Steuerungskomponenten

Die Bestückung, Verdrahtung und Funktionalität kann zum Gegenstand des Lernens gemacht werden.



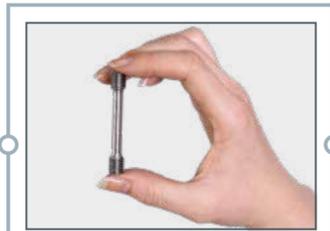
Zum Video

2 | Vorgehensweise bei der Automatisierung eines Prozesses



Jeder Prozessautomatisierung geht eine sorgfältige Prozessanalyse voraus. Das Verständnis für den aktuellen Prozess liefert Erkenntnisse über das Automatisierungspotenzial:

- Identifikation der Bewegungsabläufe
- Wirken von Kräften
- Erfassung von Messdaten



Zugprobe aus dem Magazin entnehmen



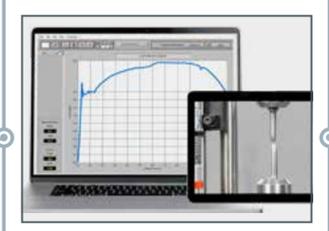
Zugprobe in Werkstoffprüfgerät einspannen



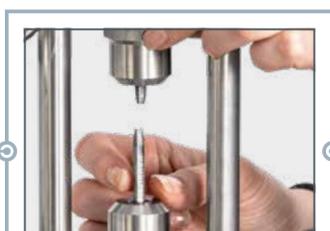
Kraft aufbringen mit Handrad



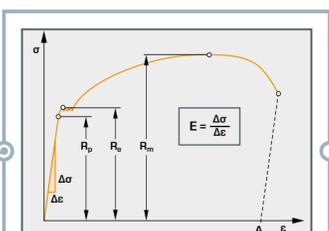
Kraft am Manometer ablesen



Datenerfassung: Kraft, Länge werden erfasst



Zugprobe entnehmen und entsorgen



Auswertung der Daten in einem Spannungs-Dehnungs-Diagramm, Berechnung der Festigkeit

Anregung für Aufgaben

- Erarbeite eine Strategie: beginne mit der Beschreibung des Prozesses und schließe ab mit der Auswahl einer Lösung. Um viele und gute Lösungen für die Fragestellungen zu finden, ist es sinnvoll, Kreativitätstechniken anzuwenden. Beispiele sind Methode 635, Mindmap oder Morphologischer Kasten.
- Wähle aus der Vielzahl der Lösungen die Beste aus. Hierfür vergleiche und bewerte die Lösungen z.B. mit dem Verfahren: Gewichtete Punktbewertung.

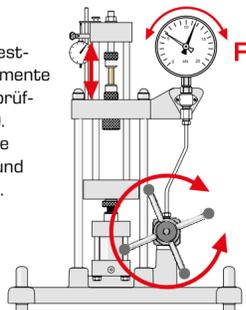


Zum Video

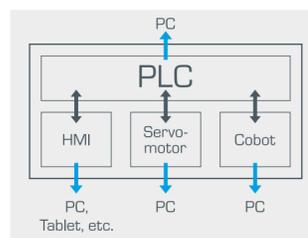
Beispielhafte Aufgaben aus dem GUNT Skills Media Center



- Benenne alle feststehenden Elemente am Werkstoffprüfgerät WP 300. Identifiziere alle Bewegungen und skizziere diese.



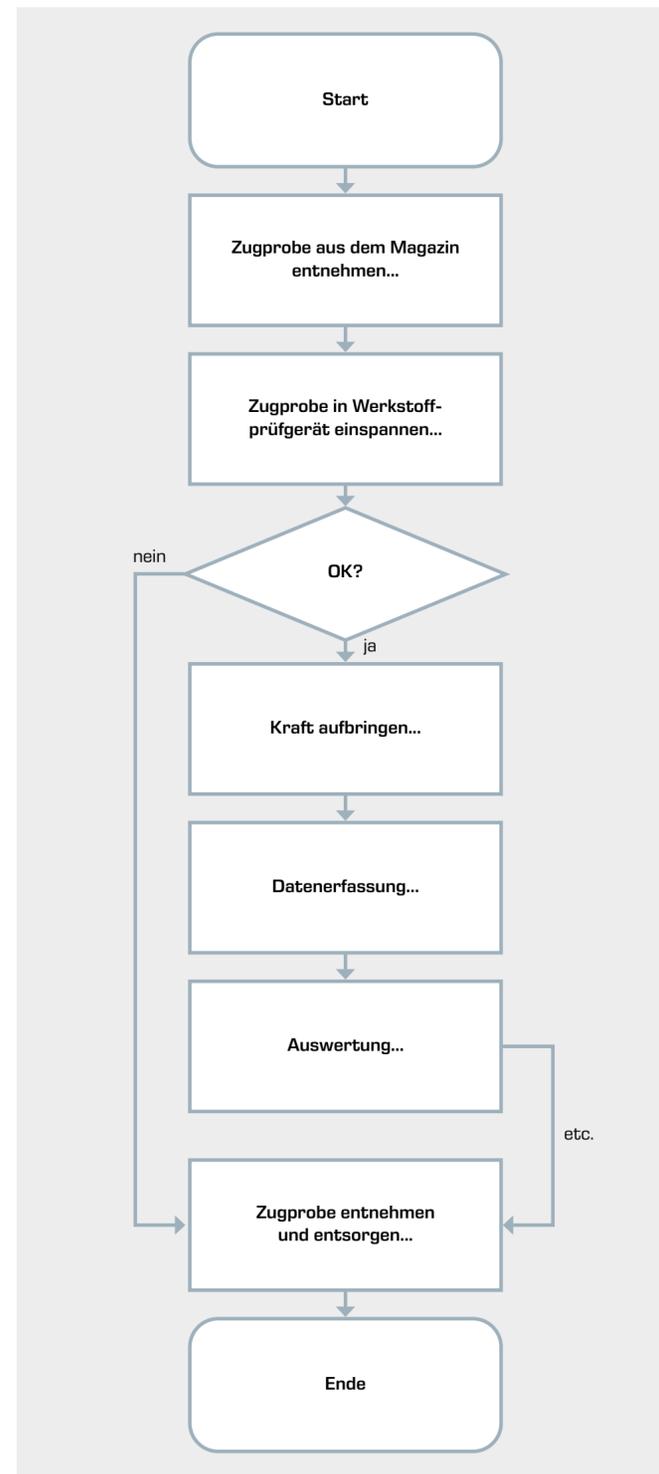
- Erstelle eine Topologie der Kommunikationspfade.



Entwicklung eines Konzeptes, das die Arbeitsschritte, die benötigten Tools sowie das Ziel der Automatisierung definiert:

- Ablaufplan erstellen
- Umsetzung in einem Flow Chart

Beispielhafter Aufbau eines Flow Charts

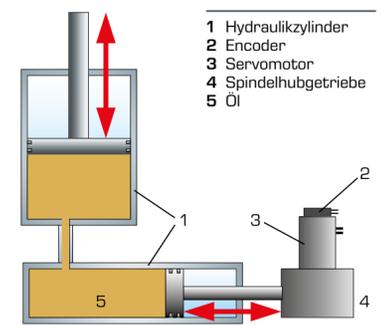


Benötigte Tools

- Transportieren**
Cobot, z.B. Mitsubishi
- Steuern und Kommunikation**
Software, SPS, Bus-Systeme...
- Greifen**
Parallelgreifer, Winkelgreifer, Magnetgreifer, z.B. SCHUNK
- Lagern**
Magazin für Material
- Antrieb**
Motor, Getriebe, z.B. ZIMM
- Energieübertragung**
Pneumatik, Hydraulik, z.B. FESTO, SMC
- Messen**
Sensorik, z.B. OPCON, Huba Control

Anregung für Aufgaben

- Erstelle eine Skizze des hydraulischen Systems, mit dem Zugkraft auf die Probe aufgebracht werden kann.
- Welche Tools werden für die Umsetzung dieser Bewegungen benötigt?



2 | Vorgehensweise bei der Automatisierung eines Prozesses



Tools für die Umsetzung des Automatisierungskonzeptes

Kollaborativer Roboter (Cobot)



- moderner, hochwertiger Industrieroboter, mit zugehöriger Steuerung
- einsetzbar in der Nähe von Menschen, ohne zusätzliche Sicherheits-einrichtung
- definierte Geometrie mit 6 Achsen
- übernimmt das Beladen des Werkstoffprüfgerätes mit Zugproben und das Entsorgen der Bruchteile

Controller



- Definieren von Arbeitsbereichen
- Roboterprogramme erstellen

Greifer



- Greiferfinger entnehmen Zugproben an definierten Positionen aus dem Probenmagazin
- die Zugproben werden in die Spannzangen des Werkstoffprüfgerätes eingesetzt
- das Greifen erfolgt mit pneumatisch erzeugten Kräften
- pneumatische Steuerungselemente befinden sich im Roboterarm

Probenmagazin, Behälter für Bruchteile

- Platz für 20 Zugproben pro Werkstoff
- Werkstoffe: Aluminium, Kupfer, Messing, Stahl
- Sensorik erfasst, ob sich eine Zugprobe an der Entnahmeposition befindet sowie die Anzahl der vorhandenen Proben
- Bruchteile werden sortiert nach Werkstoff in entsprechenden Behältern gesammelt

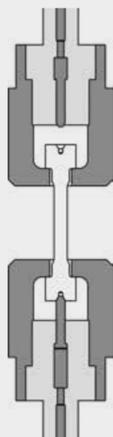


Probenmagazin mit Füllstandsüberwachung

Spannzangen mit integrierten Zentrierstiften



- primäre Funktion: Übertragung der Zugkraft auf die Zugprobe
- sekundäre Funktion: Zentrierung und Klemmung der Zugprobe, Festhalten der Bruchteile nach dem Zugversuch
- Zentrierstifte für Fixierung werden pneumatisch angesteuert von elektropneumatischen 3/2-Wegeventilen



Servomotor mit Spindelhubgetriebe

- Erzeugung der Zugkraft mit Hilfe von 2 Hydraulikzylindern
 - Antrieb des Spindelhubgetriebes über Servomotor mit Encoder
 - Controller des Servomotors kommuniziert mit der zentralen SPS
- Hochinteressante Programmieraufgaben können mit dem dafür entwickelten Gerät **IA 501** Servomotorantrieb unabhängig vom System **IA 500** bearbeitet werden.



Sensorik

- Messdaten des Versuchs: Weg und Kraft
- Linearpotentiometer für Wegmessung
- Druckaufnehmer für Kraftmessung
- induktive Näherungsschalter zur Überwachung des Magazins



Linearpotentiometer



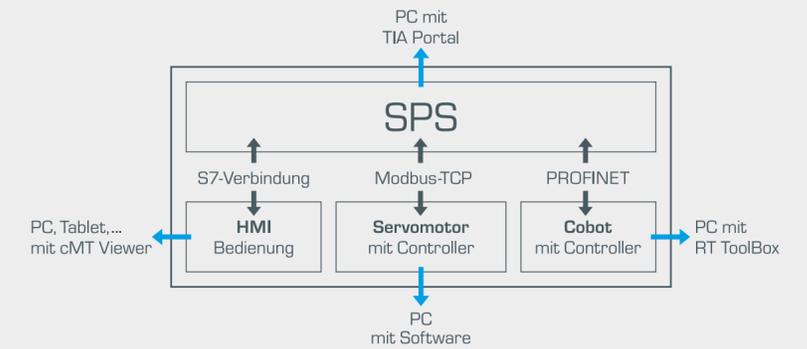
Druckaufnehmer



Induktive Näherungsschalter

Kommunikationstopologie

- Kommunikationstopologie bietet viel Tiefe für den Lernprozess
- Kommunikation der Anlage in einem IP-Netzwerk
- SPS als zentrale Einheit im Prozess



SPS

- steuert alle Vorgänge in der Anlage: Kommunikation mit Controller des Cobots sowie Controller des Servomotors (Krafterzeugung)
- Speicherung und Verarbeitung der aufgenommenen Messwerte
- eigene Programmierumgebung
- als didaktische Unterstützung wird die vollständige Arbeitsschrittfolge für den Zugversuch grafisch dargestellt, mit dynamischer Statusanzeige

HMI

- Human-Machine Interface (HMI) mit Touchscreen und intuitiver Benutzeroberfläche
- separates tragbares Gehäuse
- Bedienung des Cobots zum Beladen des Werkstoffprüfgerätes und Entsorgen der Zugproben
- Bedienung des Servomotors zur Krafterzeugung
- Versuchssteuerung und Messwertaufnahmen
- Darstellung von Kraft-Weg Diagramm / Spannungs-Dehnungs-Diagramm
- Anbindung an PC, Tablet möglich, Screen-Mirroring der Benutzeroberfläche



Zum Video

2 | Vorgehensweise bei der Automatisierung eines Prozesses

Prozessanalyse | Konzepterstellung | **Implementierung** | Prüfen und Optimieren

Programmieren des Cobots mit dem Controller in IA 500

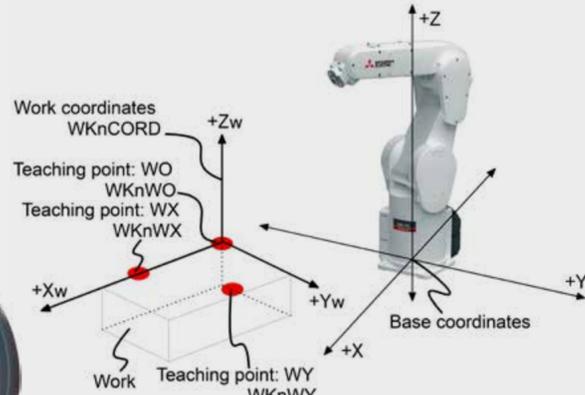
- Teachen des Cobots und Festlegen der Arbeitskoordinaten durch Speichern von Punkten im Raum
- Bestimmung von Entnahme- und Abgabepunkten im Arbeitsbereich

Programm	Kommentar
...	
Mvs P1	Lineare Bewegung P1
Dly 0,5	Wartezeit 0,5 Sekunden
HClose 1	Hand Schließen
Dly 0,5	Wartezeit 0,5 Sekunden
IF M_In(2000)=1 Then	Verzweigung zu Objekt
Mvs P2	Lineare Bewegung P2
Mvs P3	Lineare Bewegung P3
EndIF	Beenden IF-Schleife
Mvs P4	Lineare Bewegung P4
Dly 0,5	Wartezeit 0,5 Sekunden
HOpen 1	Hand Öffnen
Dly 0,5	Wartezeit 0,5 Sekunden
Mvs P3	Lineare Bewegung P2

Anregung für Aufgaben

Schreibe einen kurzen Programmabschnitt mit dem Ziel, ein Objekt von Punkt 1 nach Punkt 4 zu bewegen. Nutze die Programmiersprache MELFAbasic. Kommentiere dein Programm.

Controller



Programmiersoberfläche

Zum Video



Prozessanalyse | Konzepterstellung | Implementierung | **Prüfen und Optimieren**

Automatisierter Prozess mit Cobot, IA 500

- Durchführung des automatisierten Prozesses, bei dem der vollständige Zugversuch durchlaufen wird
- Anpassung von Wegen und Verfahrensgeschwindigkeiten
- Überprüfung der hydraulischen Systeme für das Einspannen der Zugprobe und Aufbringen der Zugkraft auf die Probe
- Überprüfung der Kommunikation aller beteiligten Systeme



Anregung für Aufgaben

Führe einen Zugversuch durch. Speichere deine Ergebnisse. Lade die erstellte Datei von IA 500 herunter und lege diese auf einem PC ab.

Öffne die Datei mit einem Tabellenkalkulationsprogramm (MSExcel, Open-Office) und interpretiere das Ergebnis.

Erstelle ein Spannungs-Dehnungs-Diagramm. Notiere in der Tabelle die Werkstoffkenngrößen.



Zum Video

Programmieren des Servoantriebs mit IA 501

Ein kleines Übungsgerät mit großem Lerneffekt: Aufbau, Funktion und Programmierung eines Servoantriebs. Gezieltes Lernen, ganz unabhängig von dem großen System IA 500.

Das Versuchsgerät ist ein selbständiges Lehrsystem, um einen Arbeitsschritt des Automatisierungsprozesses aus IA 500 zu analysieren, zu implementieren und zu testen. Programme können mit diesem Gerät gefahrlos entwickelt und getestet werden. Im Lieferumfang ist die Hersteller-Software Plug&Drive-Studio von Nanotec enthalten. Als Programmiersprache wird die C/C++ nahe Sprache NanoJ verwendet.



Servomotor-controller



3 | GUNT Skills Media Center

Das **GUNT Media Center** liefert als digitale Plattform einen enormen Mehrwert und erweitert den Einsatz der Übungssysteme.



Digitale Materialien für die Geräte IA 500, IA 501 und WP 300

- Elektro-Schaltpläne
- Bedienvideos
- Arbeitsblätter und Lösungen
- Original-Dokumente der Komponentenhersteller

Sie haben Zugriff auf umfassende digitale Lernmaterialien, die das gesamte Lernprojekt DigiSkills 5 betreffen. Mit einer schnellen und übersichtlichen Navigation, jeder Zeit und für alle erreichbar.

4 | Didaktik

4.1 | Didaktische Typologie

Didaktische Ebene	Merkmale
1 Problemlösen: Prozessanalyse	Kreativitätstechniken, Design Thinking
2 Systemanalyse: Konzepterstellung	Gesamtsystem, Subsysteme analysieren, verstehen, beschreiben. Lösungen finden und bewerten.
3 Konkrete technische Aufgabenstellung: Implementieren	Bearbeiten von konkreten Lernfeldern – Erreichen von konkreten Lernzielen
4 Skills: Prüfen und Optimieren	Inbetriebnahme, Fehlersuche und -beseitigung, Prozessablauf optimieren

4.2 | Lerninhalte

Allgemeine fachliche Inhalte	Berufsausbildung	Hochschulstudium
<ul style="list-style-type: none"> ■ Anwendung vorhandener Kenntnisse aus Mechanik, Hydraulik, Pneumatik, Elektrik für die Analyse technischer Prozesse, Definition von Soll-Zuständen und Auslegung von Bauteilen ■ Lösungsvarianten zur Systemintegration erarbeiten, bewerten und abstimmen ■ Erkennen von Schnittstellen und erarbeiten von Lösungen für die Schnittstellenkommunikation ■ fachübergreifende Zusammenarbeit: Maschinenbau, Elektrik, Mechatronik, Robotik, Automatisierung ■ Nutzung von digitalen Techniken und Arbeitsmitteln 	<ul style="list-style-type: none"> ■ digitale Kompetenzen in der Berufsausbildung entwickeln ■ Ist-Zustand der Teilsysteme analysieren und auswerten ■ Technische Prozesse analysieren und Soll-Zustand festlegen ■ Systeme mittels Software zum cyberphysischen System vernetzen ■ Störungen analysieren, Fehlersuche, Dokumentation ■ Wissen über Maschinen und Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lernprojekt für ein vorlesungsbegleitendes Praktikum im Bereich technische Informatik, Robotik und Automatisierung ■ den prinzipiellen Aufbau und die Arbeitsweise eines Industrieroboters kennenlernen sowie dessen Bedienung erarbeiten ■ einfache autonome Roboter verhaltensbasiert programmieren, Bahnplanung für Roboter ■ Kommunikation zwischen Roboter und SPS ■ Kenntnisse aus Ablaufsteuerungen, Regelungstechnik, Sensorik und Aktorik anwenden

5 | DigiSkills 5 Geräteübersicht

Jedes der Geräte kann individuell eingesetzt werden. Doch erst das Zusammenspiel von IA 500, IA 501 und WP 300 – immer in Verbindung mit dem GUNT Media Center – macht das didaktische Konzept wirksam.

... es muss nicht alles auf einmal sein

Mit jedem unserer Einzelprodukte lassen sich interessante und sinnvolle Aufgaben gestalten

5.1 | IA 500 Automatisierter Prozess mit Cobot

Die Anlage IA 500 zeigt, wie ein manueller Prozess – hier ein klassischer Zugversuch – automatisiert werden kann. Arbeitsschritte wie Probenentnahme, Einsetzen der Zugprobe, entnehmen und entsorgen der Bruchteile übernimmt ein kollaborativer Roboter (Cobot).

Sämtliche Arbeitsschritte werden von der SPS angestoßen und anhand von vorher definierten Parametern kontrolliert und überwacht.

Die Bedienung des Gerätes erfolgt über einen Touchscreen. Die Bedienoberfläche kann zusätzlich an weiteren Endgeräten dargestellt werden (Screen-Mirroring).



Zum Datenblatt

Lerninhalte

- Prozess analysieren und Automatisierungspotenzial erkennen
- Lösungen generieren mit Hilfe von Kreativitätstechniken (z.B. Methode 635, Mindmap, Morphologischer Kasten)
- hydraulische Systeme auslegen
- Teachen des Cobots
- Cobot programmieren, Fehlersuche, Programmoptimierung

5.2 | WP 300 Werkstoffprüfung, 20 kN

Das klassische manuelle Werkstoffprüfgerät bildet einen Ausgangspunkt für das Lernprojekt GUNT DigiSkills 5. Mit dem Werkstoffprüfgerät wird ein vollständiger Zugversuch durchgeführt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt ebenso manuell.

Als Herausforderung und weitgedachte Aufgabe soll der manuelle Versuchsablauf mit all seinen Arbeitsschritten automatisiert werden.



Zugproben mit kreisförmigem Querschnitt gemäß DIN 50125, Werkstoff: Al, Cu, St, CuZn



Zum Datenblatt

5.3 | IA 501 Programmierung eines Servoantriebs

Das Versuchsgerät ist ein selbständiges – vom System IA 500 unabhängiges – Lehrsystem, um die Technologie eines Servoantriebs zu verstehen. Programme können mit diesem Gerät gefahrlos entwickelt und getestet werden. Eine Hersteller-Software für den Motor ist im Lieferumfang enthalten. Die Hersteller-Software Plug&Drive-Studio von Nanotec, verwendet die C/C++ nahe Programmiersprache NanoJ.

Lerninhalte

- Motorcontroller programmieren
- Regelparameter anpassen
- Software testen



Zum Datenblatt

Features

- Ergänzung zu IA 500
- Programme entwickeln und testen
- funktionsfähiges Programm als Muster im Lieferumfang enthalten



Anregung für Aufgaben

- Nimm den Servomotor in Betrieb, mit Hilfe der Software Plug&Drive Studio. Lege die Parameter fest, nutze die Angaben des Herstellers. Teste anschließend die Einstellungen mit einer kleinen Probefahrt.
- Parametriere die Regler des Servomotorcontrollers.
- Programmiere eine Testfahrt. Überprüfe mit Hilfe der GUNT-Software, ob die gewählten Werte wie Geschwindigkeit, Beschleunigung und Positioniergenauigkeit ausreichend genau erreicht werden.

Ausblick auf weitere DigiSkills Lernprojekte

DigiSkills Lernprojekt Nr.	Fachlicher Bereich	Lernzielbereiche/ Merkmale	Schwerpunkt	
1	Technisches Zeichnen – Technische Kommunikation		<ul style="list-style-type: none"> ■ Grundlagen Technisches Zeichnen ■ geometrische Modelle, Funktionsmodelle ■ Geometrische Produktspezifikationen (GPS) ■ konstruktives Denken, Maschinenelemente, Werkstoffe 	Metallberufe
2	Längenprüftechnik		<ul style="list-style-type: none"> ■ Grundlagen der Prüftechnik: Prüfen, Messen, Lehren ■ Messinstrumente kennenlernen ■ Geometrische Produktspezifikationen (GPS) ■ Oberflächen-Kennzeichnung, Passungssysteme 	Metallberufe
3	Vorbeugende Instandhaltung		<ul style="list-style-type: none"> ■ Aufbau und Funktion einer Sortieranlage ■ vorbeugende Instandhaltung (Predictive maintenance), Zustandsüberwachung (Condition monitoring) ■ Montage- und Demontage, Funktionsprüfung, Inbetriebnahme ■ Maschinenelemente, Werkstoffe 	Mechatronik, Metall- und Elektroberufe
4	Energieeffizienz bei Druckluftanlagen		<ul style="list-style-type: none"> ■ Aufbau und Funktion einer Druckluftanlage ■ Montage und Funktionsprüfung von Druckluftherzeugern ■ systematische Optimierung von modernen Druckluftanlagen ■ Darstellung von Energieflüssen 	Mechatronik, Metall- und Elektroberufe
5	Robotik und Automatisierung		<ul style="list-style-type: none"> ■ Roboterprogrammierung, Prozessautomatisierung ■ Mechanik, Hydraulik, Pneumatik, Elektrik ■ Steuerung, SPS ■ Sensorik und Aktorik ■ Systemintegration ■ Prozessintegration 	Mechatronik, Metall- und Elektroberufe

Kontakt

G.U.N.T. Gerätebau GmbH
 Hanskampring 15 - 17
 22885 Barsbüttel
 Deutschland
 +49 40 67 08 54 - 0
 sales@gunt.de
 www.gunt.de

Impressum

© 2023 G.U.N.T. Gerätebau GmbH. Wiederverwendung, Speicherung, Vervielfältigung und Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung gestattet. GUNT ist eine eingetragene Marke. Unsere Produkte sind somit geschützt und unterliegen dem Urheberrecht.

Für Druckfehler kann keine Gewähr übernommen werden. Änderungen vorbehalten.

Bildnachweise:
 G.U.N.T. Gerätebau GmbH,
 Herstellerfotos, Shutterstock.
 Gestaltung & Satz: Profisatz.Graphics,
 Bianca Buhmann, Hamburg.
 Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem,
 umweltfreundlichen Papier.



Besuchen Sie uns
 im Internet unter
www.gunt.de