



tourings

training for collaborative  
robotics integration

TOURINGS

Joint Curriculum

Übersicht

Finale Version



Erasmus+

## Das Projekt

### 1 Über TOURINGS

TOURINGS basiert auf einer transdisziplinären strategischen Partnerschaft bestehend aus einem nationalen Standardisierungsgremium, Hochschuleinrichtungen, Berufsbildungseinrichtungen und Forschungszentren für intelligente Fertigung, Hochleistungsproduktion und Innovation im Ingenieurwesen. Jeder der Partner stellt sein Wissen und seine Expertise in den Bereichen kollaborative Robotik, Fertigung, Projektmanagement, Ergonomiebewertung, Fließbandbalance und digitale Simulationen zur Verfügung, ausgerichtet an der ISO-TS 15066 und unter Berücksichtigung von Problemen wie arbeitsbedingten Muskel-Skelett-Erkrankungen.

### 2 Kontext

Der Einsatz von Robotik in der europäischen Industrie nimmt weiter zu. Laut dem neuesten Bericht der International Federation of Robotics ist das Angebot an Industrierobotern in Europa in den letzten Jahren um 7 % von 67.000 auf 71.000 Einheiten gestiegen. Bis 2020 werden weltweit mehr als 1,7 Millionen neue Roboter installiert [1]. Ein kollaborativer Roboter ist für die direkte menschliche Interaktion in einem definierten kollaborativen Raum konzipiert. Ihre Integration in die Branche ermöglicht die Automatisierung nicht ergonomischer oder sich wiederholender Aufgaben. Es verkürzt die Montagezeiten, macht die Automatisierung flexibel für wechselnde Umgebungen und automatisiert die Arbeit in eingeschränkten Bereichen – eine Reihe von Vorteilen, die es für Fertigungssektoren sehr nützlich machen. Einzig ISO-TS 15066 regelt Cobots [2] und ergänzt damit zwei bestehende Typ-C-Normen für Industrieroboter (UNE 10218-A und 10218-2). Diese Norm ist von entscheidender Bedeutung für die Risikobewertung und die Gestaltung von Sicherheitsfunktionen unter Berücksichtigung von Kontaktsituationen und verschiedenen Kooperationsmethoden wie sicherheitsbewerteter überwachter Stopp, Handführung, Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung oder Kraft- und Kraftbegrenzung.

Die europäische Arbeitswelt altert und repetitive und nicht ergonomische Aufgaben sind aufgrund von WMSDs eines der Hauptanliegen im europäischen Gesundheitswesen. Cobots steigern das Wohlbefinden der Arbeitnehmer und verbessern die Beschäftigungsbedingungen sowie die Effizienz einiger Aufgaben. Dies ist ein wichtiger Punkt angesichts der Konkurrenz, der sich der europäische Fertigungssektor mit stärker automatisierten Ländern wie China oder Japan und anderen Schwellenländern mit jüngeren und billigeren Arbeitskräften stellen muss. In diesem Zusammenhang werden verschiedene Schulungsthemen angesprochen: Cobots-Installation und Arbeitsplatzdesign, Hardware, Software- und Zelldesign, Funktionalitätsdesign, Fließbandbalance und ergonomische Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion.



### 3 Hauptziel

Das Ziel von TOURINGS besteht darin, innovative Schulungsinstrumente für Fertigungssektoren im Bereich der kollaborativen Robotik zu entwickeln und so deren Installation zu erleichtern und die Fähigkeiten und Kenntnisse dieser Schlüsseltechnologie für die kommenden Jahre zu verbessern.

TOURINGS wird einen Schulungskurs durchführen, der sich mit Schlüsselaspekten für europäische Fertigungssektoren befasst:

- a) Sicherheitsanforderungen an die Mensch-Roboter-Interaktion,
- b) ergonomische Messung in der Mensch-Roboter-Interaktion,
- c) Cobots-Integration in die Fließbandwaage und
- d) Entwurf verschiedener Robotermodule und Verhaltensweisen, um den Produktionsanforderungen gerecht zu werden.

Ziel von TOURINGS ist es, die Installation von Cobots im Einklang mit ISO-TS 15066 in der gesamten EU zu fördern, um das Wohlbefinden der Arbeitnehmer durch die Vermeidung arbeitsbedingter Muskel-Skelett-Erkrankungen (WMSDs) zu verbessern, die Gestaltung des Verhaltens von Cobots durch ihre Modularität zu verbessern und das Wissen über die Prinzipien der Montagelinie zu verbessern.

Die Schulung sollte aus den folgenden Modulen bestehen:

1. **Grundlagen der kollaborativen Robotik:** Es umfasst alle relevanten Aspekte unter anderem in Bezug auf Mechanik, Elektronik, Informatik, künstliche Intelligenz, Steuerungstechnik und Physik.
2. **Modulares Design und Verhalten der kollaborativen Robotik:** Es werden die Möglichkeiten der Modularität und Neuprogrammierbarkeit der Funktionalitäten der kollaborativen Robotik und verschiedener Roboterzellen aufgezeigt
3. **Sicherheitsanforderungen für kollaborative Robotik:** Es deckt alle relativen Aspekte im Zusammenhang mit einer sicheren physischen Mensch-Roboter-Interaktion ab und entspricht den Anforderungen von ISO 15066
4. **Installation kollaborativer Robotik am Fließband:** Es führt die Lernenden in einige Fließband- und Fertigungsprinzipien ein, die sie vor der Installation kollaborativer Robotik berücksichtigen müssen, um das Beste daraus zu machen
5. **kollaborative Robotik-Interaktionen. Digitales Menschmodell, digitale Menschsimulation und die RULA-Methode:** In diesem Modul wird gezeigt, wie ein digitales Menschmodell erstellt werden kann, um die physische Mensch-Roboter-Interaktion mit verschiedenen Methoden zu messen.

Der Kurs richtet sich an produzierende Unternehmen in der EU mit besonderem Augenmerk auf die Sektoren, in denen Arbeitnehmer häufiger repetitive Aufgaben haben und schwere Lasten in nicht ergonomischen Positionen ausführen müssen. Es richtet sich auch an Personalmanager, politische Entscheidungsträger, Berufsbildungsanbieter, Ausbildungsorganisationen und Trainer sowie auf Robotik spezialisierte Hochschuleinrichtungen, Beratungsunternehmen, die spezielle Unterstützung für



Robotikinstallationen und Fließbandbalance anbieten, sowie an Studenten und Arbeitslose, die sich für kollaborative Robotik interessieren.

## JOINT CURRICULUM

### Modul 1

<b>Grundlagen der kollaborativen Robotik</b>	<b>1 Geschichte</b> 1.1 Industrielle Revolutionen 1.2 Robotik von den Anfängen bis zur Gegenwart 1.3 Auswirkungen der Robotik auf den Produktionsprozess	
	<b>2 Struktur kollaborativer Roboter</b> 2.1 Achsen 2.2 Koordinatensysteme 2.3 Digitale Ein- und Ausgänge 2.4 Analoge Ein- und Ausgänge	<b>3 Eigenschaften kollaborativer Roboter</b> 3.1 Gewicht und Zuladung 3.2 Reichweite 3.3 Präzision und Wiederholbarkeit 3.4 Geschwindigkeit und Beschleunigung
	<b>4 Erstkonfiguration des Cobots</b> 4.1 Installationsdateien 4.2 TCP (Total Center Point) 4.3 Schwerpunkt 4.4 Einschränkungen	<b>5 grundlegende Programmieretechniken</b> 5.1 Programmstruktur 5.2 I/O-Anweisungen 5.3 Bewegungsanweisungen 5.4 Steueranweisungen

### Modul 2

<b>Modulares Design und Verhalten der kollaborativen Robotik</b>	<b>1 Cobot-Hardware</b> 1.1 Roboterrahmen, Glieder und Gelenke 1.2 Technische Fähigkeiten von Cobot/Roboter. Antriebssystem 1.3 Prinzipien der Cobot-/Roboterwahl
	<b>2 Cobot-Greifsysteme</b> 2.1 Konstruktion und Klassifizierung von End-of-Arm-Tooling 2.2 Verwendung von Endeffektoren in verschiedenen Anwendungen 2.3 EOAT-Auswahl und Einsatz im Unternehmen
	<b>3 Sensoranwendung und KI in der Robotik</b> 3.1 Sensorklassifizierung und Anwendungen 3.2 Anforderungen an den Einsatz von Sensoren 3.3 Integration von Sensorinformationen in den Cobot-Arbeitszyklus 3.4 KI-Technologien zur Prozessverbesserung





	<b>4 Typische Cobot-Anwendungen</b> 4.1 Montage 4.2 Qualitätsprüfung 4.3 Bedienung von CNC-Maschinen 4.4 Bearbeitung 4.5 Palettieren	<b>5 Risikobewertung und Kosten-Nutzen-Analyse</b> 5.1 Risikobewertung 5.2 Kosten-Nutzen-Analyse
--	---	--

### Modul 3

<b>Sicherheitsanforderungen für kollaborative Robotik</b>	<b>1 Normen</b> 1.1 DIN EN ISO 12100 Normen 1.2 ISO/TS 15066-Standards 1.3 Ihre Grenzen in der Anwendung 1.4 Zu beachtende Punkte bei der Implementierung von Cobots in Produktionslinien	
	<b>2 Biomechanische Grenzen</b> 2.1 Definition biomechanischer Grenzen 2.2 Maßnahmenarten der biomechanischen Grenzwerte 3.2 Wege der Risikobewertung	<b>3 CE-Konformität &amp; Risikobewertung</b> 3.1 Definition der Risikobewertung
	<b>4 Planung einer sicheren Zelle</b> 4.1 Prinzipien einer sicheren Zelle 4.2 Gestaltungsgrundlagen 4.3 Grundlagen des Projektmanagements 4.4 CAD-Modelle 4.5 Muss eine sichere Zelle implementieren 4.6 Gestaltung sicherer Greiffinger	<b>5 Sicherheitstechnologien</b> 5.1 Arten von Sicherheitssensoren und ihre Funktionsweise 5.1.1 Lichtschranken 5.1.2 Lichtgitter 5.1.3 Optische Systeme 5.1.4 Sonstiges





## Modul 4

### Kollaborative Robotik- Installation am Fließband

#### **1 Grundlagen des Integrationsprojekts**

- 1.1 Allgemeines Integrationsverständnis
- 1.2 Prinzipien der Cobot-Integration
- 1.3 Vorteile der Cobot-Integration
- 1.4 Hauptfehler im Integrationsprozess

#### **2 Durchführungsgrundsätze und Arbeitsplatzgestaltung**

- 2.1 Allgemeine Prinzipien der Roboterimplementierung
- 2.2 Hauptphasen des Implementierungsprojekts
- 2.3 Prinzipien der Roboterarbeitsplatzgestaltung
- 2.4 Arbeitsplatzgestaltung
- 2.5 Der Einfluss von Arbeitsaufgaben auf die Arbeitsplatzgestaltung
- 2.6 Grundsätze des Projektmanagements

#### **3 Integration des Cobots in die Montagelinie und Montagelinienbalancierung**

- 3.1 Montagesystem
- 3.2 Hauptschritte für eine erfolgreiche Cobot-Integration
- 3.3 Integrationswerkzeuge und -methoden
- 3.4 Bedeutung des Fließbandausgleichs
  - 3.4.1. Taktzeitberechnung
  - 3.4.2. Beim Linienausgleich berücksichtigte Definitionen
- 3.5. Prinzipien und Modelle für die Auswuchtung am Fließband

#### **4 Konfiguration und Neukonfiguration der Montagelinie**

- 4.1. Mensch-Roboter-Kollaboration
  - 4.1.1. Grundlagen der Mensch-Roboter-Kollaboration
  - 4.1.2. Möglichkeiten der Zusammenarbeit von Menschen und Cobots an einem Arbeitsplatz
- 4.2. Kollaborative Roboter in einer Produktionslinie
- 4.3. Konfigurations- und Rekonfigurationsprinzipien
  - 4.3.1 Systemkonfiguration
  - 4.3.2 Hardware- und Softwarekonfiguration

#### **5 Produktion am Fließband und seine Leistung**

- 5.1. Produktionsabläufe in einer Montagelinie
- 5.2 Leistung am Arbeitsplatz und am Fließband





Modul 5

<b>Kollaborative Robotik-Interaktionen. Digitales Menschmodell, digitale Menschsimulation und RULA-Methode</b>	<b>1 Kollaborative Robotik-Interaktionen</b> 1.1 Definition kollaborativer Robotik-Interaktionen 1.2 Risiken von Massenvernichtungswaffen 1.3 Risiken psychischer Störungen durch den Einsatz kollaborativer Robotik
	<b>2 Digitale Humansimulation und RULA-Methode</b> 2.1 Definitionen von digitalem Menschmodell, digitaler Menschsimulation und RULA-Methode 2.2 Gründe für den Einsatz dieser Methoden 2.2.1 mehr Produktivität 2.2.2 Besseres Wohlbefinden der Mitarbeiter 2.2.3 Bessere Arbeitgebermarke 2.3 Möglichkeiten zur Messung dieser Methoden
	<b>3 Analyse der Ergebnisse der digitalen Menschsimulation und der RULA-Methode</b> 3.1 Bewertung des Risikos 3.2 Berechnen Sie die effektivste Art und Weise, Lösungen anzuwenden 3.3 Messung der Vorteile durch den Einsatz kollaborativer Robotik 3.4 Möglichkeiten zur Verbesserung aktueller Situationen

