

# QUICK-CHECK ZUM EINSATZ VON INDUSTRIEROBOTERN (IR) FÜR KLEINE UND MITTLERE PRODUKTIONS- UNTERNEHMEN (MIT ANWENDERBEISPIEL)

- Prüfung von Möglichkeiten des IR-Einsatz in Produktionsprozessen
- Ermittlung von Anwenderanforderungen an den IR-Einsatz
- Vorbereitung von Angebotsanfragen bei IR-Herstellern

Prof. Dr. habil. Thomas Langhoff

April 2012  
(5055 / PR7514)

**Quick-Check zum Einsatz von Industrierobotern (IR)  
für kleine und mittlere Produktionsunternehmen  
(mit Anwenderbeispiel)**



Der **Quick-Check zum Einsatz von Industrierobotern (IR) für kleine und mittlere Produktionsunternehmen (mit Anwenderbeispiel)** wurde im Rahmen des Projektes *ROBINI – Robotik Initiative Niedersachsen* der Wirtschafts- und Beschäftigungsförderung Region Hannover erstellt.

Nähere Informationen über das Projekt ROBINI erhalten Sie unter

**[www.robini-hannover.de](http://www.robini-hannover.de)**

**Impressum:**

**Text**

Prof. Dr. habil. Thomas Langhoff

**Herausgeber**

Prospektiv Gesellschaft für betriebliche

Zukunftsgestaltungen mbH

Kleppingstraße 20

44135 Dortmund

[www.prospektiv.de](http://www.prospektiv.de)

E-Mail: [info@prospektiv-do.de](mailto:info@prospektiv-do.de)

Tel.: 0231 556976-0



**Hannover/Dortmund, April 2012**



Das Projekt wurde vom Land Niedersachsen und aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert.

## Überblick

Einführung: Die Entwicklungen in der Industrierobotertechnik und Einsatzmöglichkeiten für KMU

Der Quick-Check Industrieroboter (IR) für kleine und mittlere Produktionsunternehmen in 5 Schritten (mit Anwenderbeispiel)

Schritt 1: Visualisierung und Beschreibung des Arbeitssystems

Schritt 2: Ermittlung und Analyse von Schwachstellen, Störungen und Belastungen im Arbeitssystem

Schritt 3: Identifikation und Begründung der Teilaufgaben bzw. der Prozessschritte im Arbeitssystem, die ggfs. durch den Einsatz von Robotersystemen optimiert werden können

Schritt 4: Prüfung der Voraussetzungen im Unternehmen, um Roboter sinnvoll einsetzen zu können

Schritt 5: Formulierung von Anforderungen an die Robotertechnik

Lösungsdatenbank des IR-Herstellers KUKA: Roboter verketteten Gesenkschmiedeprozess

Der Quick-Check Industrieroboter (IR) für kleine und mittlere Produktionsunternehmen in 5 Schritten (blanko)

Die kurzgefasste Checkliste soll dem Betriebspraktiker helfen, Möglichkeiten des Industrierobotereinsatzes in Produktionsprozessen auszuloten.

Oft sind Produktionsprozesse in ihrer Ablaufgestaltung historisch gewachsen und aus betrieblicher Sicht ist nicht genau einzuschätzen, ob die fortschreitende Technologieentwicklung im Robotereinsatz nicht im Unternehmen zu einer Prozessverbesserung bzw. Modernisierung führen würde, denn in den letzten 10 Jahren sind die Industrieroboter in ihrer Funktionalität (bspw. kollaborierend) und in ihrer Anwendungsbreite (viele Branchen, KMU-Tauglichkeit) erheblich weiterentwickelt worden, siehe folgende Tabelle.

<b>Branchen mit IR-Einsatz</b>	<b>Anwendung mit IR-Einsatz</b>
Automobilhersteller Automobilzulieferer Bau Bergbau Chemie, Pharmazie Druck, Papier Elektronik und Kommunikation Forschung, Ausbildung Gießerei Glas Gummi, Kunststoff Haushaltsgeräte (weiße Ware) Holz, Möbel Keramik, Stein Landwirtschaft Luft- und Raumfahrt Medizintechnik, Feinmechanik Metallprodukte Nahrung- und Genussmittel Textilien, Bekleidung Transport und Verkehr	Handling und Be- und Entladen Metalldruckgussmaschinen, Gießereianlagen Kunststoffverarbeitungsmaschinen Schmiede-Anlagen Umformende Werkzeugmaschinen Spanende Werkzeugmaschinen Handhaben an anderen Maschinen Messen, Testen und Prüfen Palettieren Verpacken und Kommissionieren Schweißen und Löten Schutzgasschweißen Punktschweißen Laserschweißen Lackieren, Oberfläche behandeln Lackieren, emaillieren Klebe- und Dichtmittelauftrag Bearbeiten Laserschneiden Wasserstrahlschneiden Mechanisches Bearbeiten Montieren Befestigen Einlegen, Bestücken Demontage

Die jüngsten Robotergenerationen bieten nicht nur das übliche Rationalisierungspotenzial, sondern sind auch KMU-tauglich geworden. Die bisherigen Hindernisse, der hohe Programmieraufwand und die Komplexität ihres Einsatzes werden mittels neuartiger Teachverfahren, Sensoreinsatz und einer grafischen Programmierumgebung ausgeräumt. Heutzutage sind IR bspw. auch in der Lage chaotisch bereitgestellte Teile zu greifen und brauchen keine aufwendigen Schutzzäune mehr. Die folgende Abbildung stellt die neue IR-Generation und insbesondere seine KMU-Tauglichkeit der etablierten IR-Generation gegenüber.

<b>Roboter für kleine und mittlere Unternehmen (KMU)</b>		
<b>Einsatzkriterien</b>	<b>Merkmale etablierter Industrieroboter</b>	<b>Merkmale der neuen Robotergeneration</b>
Produktion	hohe Stückzahlen	kleine Stückzahlen, Einzelfertigung
Arbeitsplatzmerkmal	hoher Wiederholungsgrad keine Lernanforderungen	geringer Wiederholungsgrad, mind. gemäßigte Lernanforderungen
Aufgabenvielfalt	sehr beschränkt, möglichst nur 1 Arbeitsmittel	vielfältiger, häufiger mehrere Arbeitsmittel
Räumliche Mobilität	stationär	mobil, an verschiedenen Orten einsetzbar
Programmieraufwand	hoch, teuer, selten - hochqualifiziertes Expertenwissen notwendig	einfach, intuitiv - kein Roboter-spezialwissen erforderlich
Sicherheit	vorwiegend trennende Schutzzäune	gemeinsamer Arbeitsraum Mensch - Roboter
Maschinentyp	eher Anlage menschliche Arbeit als Störfaktor	eher multifunktionales Werkzeug unterstützt menschliche Arbeit

Will man nun die Möglichkeiten des Industrierobotereinsatzes in Produktionsprozessen von KMU ausloten, müssen Antworten auf grundlegende Fragen gefunden werden:

- Welchen Beitrag können und sollen Robotersysteme zur Modernisierung des Unternehmens leisten?
- Welche Einsatzmöglichkeiten für Roboter gibt es im Unternehmen, um die Arbeit zu optimieren?
- Welche Voraussetzungen müssen dafür im Unternehmen erfüllt sein?
- Welche betrieblichen Anforderungen werden an die Robotertechnik gestellt?
- Wie muss eine Anfrage an Roboterhersteller vorbereitet werden?

Bevor man alle Arbeitssysteme im Fertigungsablauf systematisch erfasst und beschreibt (was aus Gründen des Qualitätsmanagements, des Personaleinsatzes, der Energieeffizienz etc. auch nicht verkehrt wäre), sollte geschaut werden, ob Arbeitssysteme existieren, die geprägt sind durch

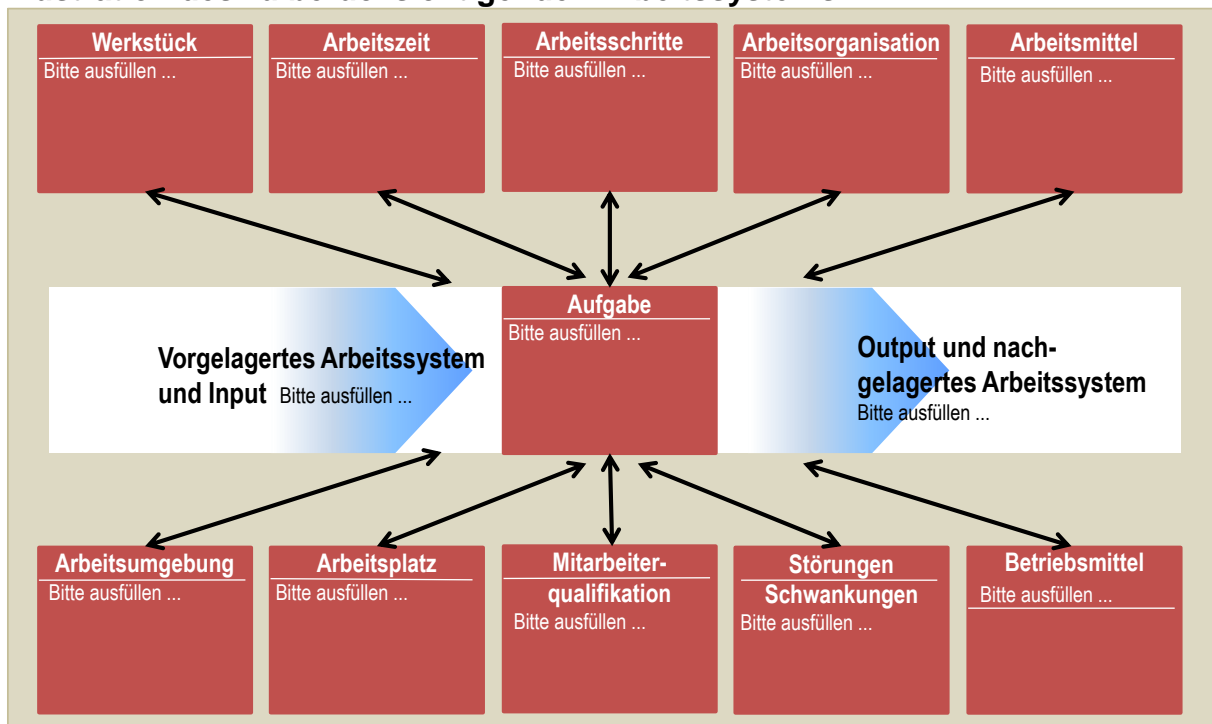
- **Arbeitsumgebungs**faktoren wie Lärm, Hitze, Staub
- den Einsatz von **Gefahrstoffen** wie Lacke, Beschichtungen etc.
- **hohen Zeitdruck**
- **schweres Heben, Tragen, Ziehen, Schieben**
- **häufige Mehrarbeit**
- **gering qualifizierte Helfertätigkeiten mit Niedriglöhnen u. ä.**

Gerade bei solchen Arbeitssystemen bietet es sich an, Einsatzmöglichkeiten von IR zu prüfen. Dabei geht man wie folgt vor:

## Schritt 1: Visualisierung und Beschreibung des Arbeitssystems

Dazu hilft folgende Übersicht, die eine systematische Erfassung aller wichtigen Arbeitssystemelemente enthält.

### Illustration des zu berücksichtigenden Arbeitssystems



Die folgenden Leitfragen helfen, das Arbeitssystem systematisch zu erfassen und zu beschreiben.

- Welche Werkzeuge, Maschinen u. a. Technik und EDV-Systeme werden für die Erledigung der Arbeitsaufgabe verwendet?
- Welche (Teil-)Aufgaben werden ausschließlich in manueller Arbeit erledigt?

- Wie viele Mitarbeiter/-innen arbeiten an der Umsetzung der einzelnen Teilaufgaben?
- Welche Qualifikationsanforderungen werden dabei an die Mitarbeiter/-innen gestellt (an Fach- und Erfahrungswissen, Anforderungen an Problemlösungskompetenzen und Kreativität)?
- Liegt Gruppenarbeit bzw. Mischarbeit (Rotation) oder Ein- bzw. Mehrstellenarbeit vor?
- Handelt es sich dabei um monotone Tätigkeiten mit hohem Wiederholungsgrad und Monotonie oder ist die Arbeit eher abwechslungsreich und stellt die Beschäftigten vor unterschiedliche Anforderungen?
- Welches Arbeitszeitsystem gibt es (Ein-Schicht-, Zwei-Schicht- oder Drei-Schicht-Betrieb)?

Das folgende Beispiel einer Gesenkschmiede zeigt die systematische Erfassung eines Arbeitssystems, das mehrere der o. g. kritischen Merkmale aufzeigt und somit für eine Prüfung auf IR-Einsatz geeignet ist.

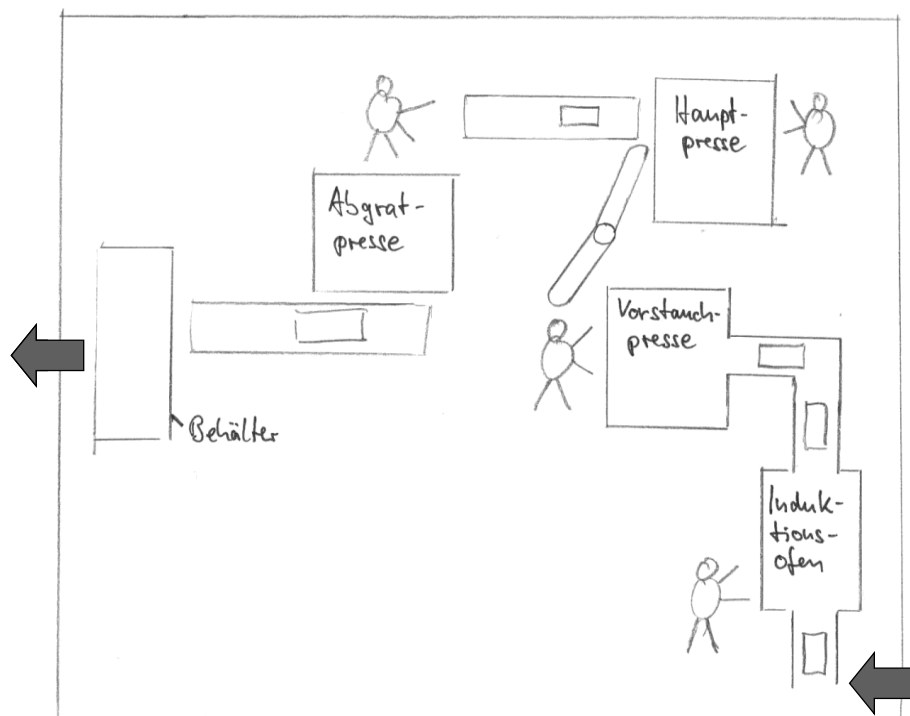


Abb.: Skizze des Arbeitssystems „Exzenterpresse in einer Gesenkschmiede“

Arbeitssystem: Exzenterpresse in Gesenkschmiede	
Arbeitsaufgabe:	Gesenkschmieden von Schmiedeteilen geringen Gewichts für Losgrößen > 1000
Mensch:	4 Angelernte mit z. T. fachfremder Berufsqualifikation
Arbeitsorganisation/ Arbeitsablauf:	Kooperative Einrichtung der Pressen mit Gesenken Haupttätigkeit als Einstellenarbeit: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erwärmen des Schmiedeteils im Induktionsofen</li> <li>■ Vorstauchen in Vorstauchpresse</li> <li>■ Schmieden des Schmiedeteils in Hauptpresse</li> <li>■ Abgraten des Schmiedeteils in Abgratpresse</li> </ul> Kooperative Entnahm der Gesenke (i. d. R. schichtübergreifend) Keine dispositiven Aufgabenanteile
Arbeitsmittel:	Betriebsmittel: Induktionsofen; Vorstauchpresse, Hauptpresse, Abgratpresse, Transportbänder, Schwungrad Werkzeuge: Zangen Arbeitsstoffe: Sägemehl, Wasser PSA: Schutzschürze, Gehörschutz, Schutzschuhe, Schutzhandschuhe, Mundschutz
Arbeitsplatz:	Unmittelbare Pressenbedienung durch Einlege-, Umlege- und Entnahmearbeiten; Temperaturüberwachung Induktionsofen
Arbeitsumgebungsbedingungen:	Hohe Strahlungstemperatur der Schmiedeteile; > 90 dB (A) an den Pressen, > 85 dB (A) im gesamten Hallenbereich
Eingabe:	Arbeitsaufträge (zu schmiedende Stückzahl); auftragsbezogen angefertigte Gesenke, auftragsbezogen zerkleinerte Schmiedeteile, Energie
Ausgabe:	Auftragsbezogen geschmiedeten Teile, gebrauchte Gesenke, Gratabfall
Störungen/Schwankungen:	Stillstand Transportbänder, Verklebung Schmiedeteil im Gesenk, Beschädigung Gesenk
Vorgelagertes Arbeitssystem:	Zerkleinerung der Rohlinge an Säge- und Schermaschinen; Anfertigung der auftragsbezogenen Gesenke an CNC-Maschinen
Nachgelagertes Arbeitssystem:	Nachbearbeitung der Schmiedeteile – hauptsächlich mittels handgeführter Schleifmaschinen, Endkontrolle der Schmiedeteile in Lichtkabinen



Das Beispiel zeigt eine faktenbezogene, nüchterne und vor allem systematische, d. h. strukturbezogen und in den notwendigen Informationen erschöpfende Beschreibung des Arbeitssystems.

Besonderes Augenmerk ist auf die Qualifikationsanforderungen der Mitarbeiter/-innen im Arbeitssystem zu legen. In diesem Fall handelt es sich ausschließlich um 4 Schmiedewerker. Der Schmiedewerker ist ein Berufsbild ohne qualifizierte Berufsausbildung, sondern ist geprägt durch langjähriges Erfahrungswissen im Schmiedeprozess. Es werden daher i. d. R. an- und ungelernte Männer eingesetzt. Frauen findet man wegen der hohen körperlichen Belastungen nicht. Bei einem möglichen Robotereinsatz ist genau zu prüfen, welche bisher von Mitarbeitern ausgeübte Tätigkeit ersetzt wird bzw. ersetzbar ist und welche Resttätigkeiten verbleiben bzw. durch den Robotereinsatz neu dazukommen. Hierbei wird deutlich, wie wichtig eine differenzierte Stellenbeschreibung der vorhandenen Mitarbeiter im Arbeitssystem ist. Im Folgenden wird für das Arbeitssystem „Exzenterpresse in einer Gesenkschmiede“ die Stelle des Schmiedewerkes mit einem integrierten Anforderungsprofil beschrieben.

### Stellenbeschreibung „Schmiedewerker“ mit integriertem Anforderungsprofil

#### 1. Funktionsbezeichnung

Schmiedewerker

#### 2. Ziel

Gesenkschmieden von Schmiedeteilen

#### 3. Hauptaufgaben

Verteilung in %\*

Ofenbedienung mit Temperaturkontrolle

25

Einlage und Entnahme von Schmiedeteilen in/aus Vorstauchpresse

25

Einlage und Entnahme von Schmiedeteilen in/aus Hauptschmiedepresse (Fertig-gesenk)

25

Einlage und Entnahme von Schmiedeteilen in/aus Abgratpresse

25

#### Zusätzliche Aufgaben (nicht als Teilaufgabe einer Schicht)

- Zerkleinerung der Rohlinge zu Halbzeugknüppeln an Säge- und Schermaschinen
- Nachbearbeitung (Schleifen, Polieren) der Schmiedeteile
- Qualitätsendkontrolle der Schmiedeteile in Lichtkabinen

\*) Bei Aufgabenrotation innerhalb einer Schicht sonst eine Haupttätigkeit pro Schicht.

4. Einstellungsvoraussetzungen/Voraussetzung zur Ausübung der Tätigkeit:	erfüllt
gute körperliche, robuste Verfassung	<input type="checkbox"/>
Fähigkeit permanent bei Hitze, Schmutz, Rauche, Staub, Maschinenlärm (< 85 db(A) zu arbeiten	<input type="checkbox"/>
Tragen unkomfortabler Persönlicher Schutzausrüstung (Schutzkleidung (Handschuhe, Mundschutz, Schutzbrille, Lederschürze, Schutzhelm, Sicherheitsschuhe)	<input type="checkbox"/>
Arbeiten in Zwangshaltungen (Bücken, Torsionsbewegungen) bei gleichzeitigem Heben und Tragen von Lasten, Handhaben von Werkzeugen und Maschinen	<input type="checkbox"/>
Fingerspitzengefühl im Umgang mit sensiblen Werkstücken	<input type="checkbox"/>
keine Angst vor dem Umgang mit Computern und High-Tech	<input type="checkbox"/>

5. Anforderungsprofil	
5.1 Fachliche Anforderungen	5.2 Sozialkommunikative Anforderungen
gutes räumliches Vorstellungsvermögen	Teamfähigkeit
Umgang mit Computern und High-Tech	Problemlösefähigkeit
handwerkliches Geschick	Durchhaltevermögen
werkstückbezogenes Materialwissen	Leistungsbereitschaft
Kenntnisse und Fertigkeiten im Umgang mit Werkzeugen	Zuverlässigkeit
Feinmotorik	Fähigkeiten zur Feststellung von Schäden und Mängeln

5.3 Personenbezogene Anforderungen	5.4 Anforderungen hinsichtlich Arbeitsorganisation und Arbeitszeit:
Stabile Persönlichkeit	Schichtdienst (Früh-, Spät- und Nachtschicht)
Sorgfältigkeit	Wochenend- und Feiertagsarbeit
Selbstständigkeit	Vollzeitarbeit
Flexibilität	Häufiger Teamwechsel an Pressen u. Hämmern
Zuverlässigkeit	Bereitschaft zu Mehrarbeit

**5.5 Anforderungen hinsichtlich des Arbeitsumfelds und des Gebrauchs von Arbeitsmitteln:**

- Arbeiten in Fertigungs- und Werkhallen
- Arbeiten unter Termindruck
- Teamarbeit (3-4 Werker) bei komplexen Aufträgen
- Arbeiten bei Hitze, Schmutz, Rauche, Staub, Maschinenlärm (> 85 db(A))
- Kenntnisse und Einhaltung der Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsbestimmungen
- Schutzkleidung (Handschuhe, Mundschutz, Schutzbrille, Lederschürze, Schutzhelm, Sicherheitsschuhe)
- Arbeiten in Zwangshaltungen (Bücken, Torsionsbewegungen) bei gleichzeitigem Heben und Tragen von Lasten, Handhaben von Werkzeugen und Maschinen
- Umgang mit Schleif- und Poliermaschinen
- Einsatz und Verwendung von Prüf- und Messgeräten
- Zusammenarbeit mit Kollegen/Innen aus vor- und nachgelagerten Bereichen (damit Qualitätsstandards eingehalten und Prozessabläufe, Fertigungsqualität und Arbeitssicherheit verbessert werden können)

<b>Psychophysisches Anforderungsprofil Schmiedewerker</b>	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>--</b>
<b>Körperhaltung</b>				
Stehen	<input checked="" type="checkbox"/>			
Sitzen				<input checked="" type="checkbox"/>
Knien/hocken				<input checked="" type="checkbox"/>
Liegen				<input checked="" type="checkbox"/>
Geneigt/gebückt		<input checked="" type="checkbox"/>		
Arme in Zwangshaltung	<input checked="" type="checkbox"/>			
<b>Körperfortbewegung</b>				
Gehen/steigen		<input checked="" type="checkbox"/>		
Klettern				<input checked="" type="checkbox"/>
Kriechen/rutschen				<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Körperteilbewegung</b>				
Kopf-/Halsbewegung		<input checked="" type="checkbox"/>		
Rumpfbeugung	<input checked="" type="checkbox"/>			
Armbewegung		<input checked="" type="checkbox"/>		
Hand-/Fingerbewegung		<input checked="" type="checkbox"/>		
Bein-/Fußbewegung		<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Sinnes- und Informationsverarbeitung</b>				
Sehen	<input checked="" type="checkbox"/>			
Hören				<input checked="" type="checkbox"/>
Sprechen				<input checked="" type="checkbox"/>
Tasten/fühlen				<input checked="" type="checkbox"/>
Gestik/Mimik		<input checked="" type="checkbox"/>		
Riechen/schmecken				<input checked="" type="checkbox"/>
Aufmerksamkeit	<input checked="" type="checkbox"/>			
Reaktionsvermögen	<input checked="" type="checkbox"/>			
Mentale Belastbarkeit/Ausdauer		<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Komplexe Merkmale</b>				
Heben und tragen	<input checked="" type="checkbox"/>			
Schieben/ziehen		<input checked="" type="checkbox"/>		
Physische Belastbarkeit/Ausdauer	<input checked="" type="checkbox"/>			
Gleichgewicht			<input checked="" type="checkbox"/>	

## Schritt 2: Ermittlung und Analyse von Schwachstellen, Störungen und Belastungen im Arbeitssystem

Nachdem nun eine systematische Beschreibung des Arbeitssystems mit allen notwendigen Informationen vorliegt, werden in Schritt 2 die Schwachstellen, Störungen und Belastungen im Arbeitssystem erfasst, die ggf. zur Begründung eines notwendigen oder sinnvollen Robotereinsatzes herangezogen werden können.

Folgende Leitfragen helfen, kritische Arbeitssystemelemente im ausgewählten Arbeitssystem zu erfassen. Die Leitfragen werden hier für das Beispiel der Gesenkschmiede beantwortet:

- *Welche besonderen Belastungen und Gefährdungen treten bei der Verrichtung der Tätigkeiten im Arbeitssystem auf (z. B. Heben oder Tragen schwerer Lasten, Lärm, Hitze, Kälte, Stäube, giftige Gase, Schmutz)?*

Die Mitarbeiter sind trotz Gehörschutz langfristig durch Lärmschwerhörigkeit gefährdet. Der Lärm von 5 Pressen und 3 Hämmern in der Werkshalle führt zum Teil zu über 95 dB(A) Hallenlärmbelastung. Die Beleuchtung ist auch tagsüber dämmerig, was auch durch die permanente Staubaufwirbelung in der Halle mitverursacht wird. Schweres Heben und Tragen ergibt sich permanent durch Einlegen und Entnahme der Schmiedeteile sowie auch der Gesenke. Aufgrund der Hitze der Öfen und der Wärmestrahlung der Schmiedeteile sind die Temperaturen über 30 Grad Celsius. Im Sommer sind die Temperaturen noch höher, was vereinzelt zu Kreislaufzusammenbrüchen der Mitarbeiter führt. Die Hitze führt ebenfalls dazu, dass nicht alle und immer die PSA, insbesondere die schwere Schutzschürze tragen.

- *An welchen Arbeitspositionen treten gehäuft Fehlzeiten oder Arbeitsunfälle auf?*

Fehlzeiten nehmen vor allem mit dem Alter und der jahrelangen Ausübung der belastenden Tätigkeit zu. Unfälle sind eher bei Jüngeren bzw. Unerfahrenen anzutreffen: Durchdrücken der Schmiedeteile in der Presse, Entnahme Behälter etc.

- *Bei welchen Teilaufgaben kommt es zu Problemen im Arbeitsablauf und Produktionsfluss (z. B. zu Lagerbildung, unzureichender Material- und Teilezufuhr)?*

Der gravierendste Fehler ist die nicht präzise Einlage des Schmiedeteils in das Gesenk bei der Hauptpresse. Sollte dies erfolgen, wird i. d. R. das Gesenk beschädigt und muss entnommen, neu angefertigt und wieder eingelegt werden. Das führt zu massiven Durchlaufzeitverlängerungen, Produktivitätsverlust und Materialkosten.

- *Wie viel Zeit nimmt die Erledigung der einzelnen Teilaufgaben in Anspruch und sind die einzelnen Tätigkeiten optimal aufeinander abgestimmt?*

Bei Schmiedeteilen geringer bis durchschnittlicher Komplexität ist pro Teilaufgabe mit 30-60 Sekunden zu rechnen.

Teilaufgaben:

- Einführen Rohling in Ofen
- Einlegen und Entnehmen Vorstauchpresse
- Einlegen und Entnehmen Hauptpresse
- Einlegen und Entnehmen Abgratpresse

Die Teilaufgaben sind im Prinzip seit 150 Jahren unverändert.

- *Bei welchen Verrichtungen entstehen Qualitätsmängel? Welche Ursachen gibt es für mangelnde Qualität?*

Wenn das Gesenk geringfügig beschädigt ist, wird dies u. U. nicht gesehen und nicht festgestellt. Dies führt zu einem systematischen Fehler am Schmiedeteil, der häufig erst bei der Nachbearbeitung oder in der Qualitätskontrolle (Lichtkabine) bemerkt wird. Das Gesenk wird durch unsachgemäßes Einlegen beschädigt.

### **Schritt 3: Identifikation und Begründung der Teilaufgaben bzw. der Prozessschritte im Arbeitssystem, die ggfs. durch den Einsatz von Robotersystemen optimiert werden können**

Aus Schritt 1 und 2 ergibt sich, dass ein Robotereinsatz prinzipiell gegeben scheint. Dies gilt für alle vier Teilaufgaben. Die manuellen Tätigkeiten der Schmiedewerker könnten durch Robotereinsatz u. U. schneller, qualitätsbezogener und störungsresistenter durchgeführt werden. Das bedeutet, dass 4 angelernte Schmiedewerker ersetzt werden. Es verbleibt ein Werker, der im Wesentlichen den Arbeitsfortschritt im Arbeitssystem überwacht und die Programmierung der Roboter vornimmt.

### **Schritt 4: Prüfung der Voraussetzungen im Unternehmen, um Roboter sinnvoll einsetzen zu können**

- *Sind die räumlichen Gegebenheiten zur Positionierung von Robotern geeignet?*
- *Lassen die Arbeitsumgebungsbedingungen einen Robotereinsatz zu?*
- *Ist das vorhandene Personal zur Roboterbedienung geeignet bzw. qualifizierbar?*

Die o. g. Fragen sollten zunächst aus Sicht des Anwenderbetriebes vorgedacht werden, um anschließend mit einem Roboterhersteller bzw. einem Systemanbieter zu klären, ob die Voraussetzungen im Betrieb gegeben sind.

## Schritt 5: Formulierung von Anforderungen an die Robotertechnik

Der letzte Schritt wird i. d. R. schon mit einem Roboterexperten gemeinsam besprochen, kann aber auch im Anwenderbetrieb vorgedacht werden, sofern das Wissen vorliegt. Hier werden Anforderungen an die Funktionalität eines Roboters formuliert.

- Bestimmung der Möglichkeiten des Werkstück- oder Werkzeughandlings
- Festlegung der Flexibilitätspotenziale (Häufigkeit des Werkzeug- oder Werkstückwechsels; Erweiterung des Schichtsystems etc.)
- Schätzung der Durchlaufzeitverkürzung (Umrüstzeit, Verminderung von Störungen im Arbeitsablauf)
- Formulierung der Mitarbeiteranforderungen durch den Robotereinsatz, Qualifikationsanforderungen an die Anwendung von Programmiermethoden vor Ort

Im Arbeitssystem „Exzenterpresse in einer Gesenkschmiede“ ist bspw. die Hitzebeständigkeit gegenüber glühenden Schmiedeteilen mit einer Wärmestrahlung über 1000 Grad zwingend notwendig. Auch soll eine Flexibilität für verschiedene Schmiedeteile (Wellen, Achsschenkel, Zahnräder usw.) gegeben sein und eine bisher nicht praktizierte 3. Schicht soll möglich sein.

---

Nach den 5 Arbeitsschritten ist man gut gerüstet die eingangs formulierten grundlegenden Fragen entweder beantworten zu können oder zumindest soweit vorbereitet zu haben, um sich auf den Markt der IR-Hersteller zu wagen.

Das folgende Beispiel ist der Lösungsdatenbank des IR-Herstellers KUKA entnommen ([www.kuka-robotics.com](http://www.kuka-robotics.com)) und zeigt die entsprechende IR-Anwendungslösung für das im Quick-Check beschriebene Beispiel.

### Roboter verketteten Gesenkschmiedeprozess

#### Ausgangslage/Aufgabenstellung

Um die Kapazität seiner Gesenkschmiede zu vergrößern, investierte Buderus Edelstahl Schmiedetechnik GmbH in eine vollautomatische Pressenlinie für Lkw-Radnaben. Zum Handhaben der 1.250 Grad Celsius heißen Schmiedestücke suchte der Betreiber Roboter. Diese müssen hitzefest sein und in der unwirtlichen Umgebung eine nahezu permanente Verfügbarkeit und eine hohe Wiederholgenauigkeit bieten. Außerdem sollen sie hochflexibel sein, um verschiedene Produktfamilien fertigen zu können.

#### Branche

Gießerei  
Metallprodukte

#### Anwendung

Handling & be-, entladen  
Metalldruckgussmaschinen,  
Gießereianlagen  
Schmiede-Anlagen

#### Produkt

Hohe Traglast (80-270 kg)  
Foundry Roboter

## Realisation/Lösung



Roboter verketten Gesenkschmiedeprozess

## Kunde

Buderus Edelstahl Schmiedetechnik GmbH, Wetzlar, Deutschland

Das Handling der Schmiedeteile übernehmen zehn sechsachsige Knickarmroboter KR 210 von KUKA. Neun der Roboter wurden in Foundry-Ausführung geliefert, die KUKA für den Einsatz in der rauen Umgebung von Schmieden und Gießereien entwickelt hat. Der zehnte Sechssachser arbeitet als Sprühroboter an der Hauptschmiedepresse. Er ist mit einer Schutzhülle, die ein übermäßiges Verschmutzen verhindert, und mit artikelbezogenen Sprühprogrammen ausgestattet.

Die Roboter handhaben so genannte Halbzeugknüppel hinter zwei Sägen, entnehmen die Rohteile aus einem Wendelförderer, legen sie auf ein Ofenband, ver- und entsorgen die Vorstauchpresse, setzen den vorgeformten Rohling über eine Zwischenablage in das Vor- und dann in das Fertigesenk der Hauptschmiedepresse und anschließend in eine Abgratpresse. Der über Kopf arbeitende Roboter, der diese Presse entsorgt, legt das fertige Schmiedestück auf eine Abkühlstrecke.

Weil Buderus Edelstahl Schmiedetechnik GmbH auf der Anlage Wellen, Tellerräder, Achsschenkel und Zahnräder produziert, muss er die Pressenwerkzeuge wechseln. Dabei rüstet er von einer Teilefamilie auf eine andere oder innerhalb der Familien um. Der erste Fall ist für fünf bis sechs Roboter mit einem Zangenumbau und Greiferwechsel verbunden. Innerhalb der Familien werden nur die Greiferbacken getauscht.

Gut geschultes Bedienpersonal programmiert die Roboter und kontrolliert die Gesamtanlage. Die Robotersteuerungen kommunizieren via Profibus mit der übergeordneten zentralen Steuerung. Es ist möglich, einzelne Parameter des Systems, wie Presskräfte und Temperaturen, zu verändern, ohne die Fertigung zu unterbrechen.

## Systemkomponenten/Auftragsumfang

- zehn KUKA Roboter KR 210 aus der Serie 2000
- zehn PC-basierende KUKA Robotersteuerungen einschließlich Control Panel mit vertrauter Windows-Oberfläche
- zwei hydraulische Greifertypen, die zusammen mit den Produktfamilien gewechselt werden
- Roboterprogrammierung
- Inbetriebnahme

Die Lieferung erfolgte durch den Pressenhersteller SMS Eumuco.



## **Ergebnis/Erfolg**

### **Sehr hitzebeständig**

Durch ihre Foundry-Ausführung sind die Roboter auf die raue Umgebung von Schmieden und Gießereien abgestimmt. Sie verfügen über eine Speziallackierung und spezielle Dichtungen an den Motor- und Getriebeflanschen. Somit sind sie widerstandsfähig in Bezug auf die äußerst hohe Schmiedestücktemperatur sowie auf Feuchtigkeit und Schmutz. Die Foundry-Hände der Roboter, die die aus hitzebeständigem Spezialstahl gefertigten Greifwerkzeuge halten, wurden aluminiumweiß lackiert. Dadurch erzielt man in diesem besonders kritischen Bereich eine noch höhere Hitzeresistenz.

### **Hohe Flexibilität**

Durch die Beweglichkeit ihrer sechs Achsen sind die Roboter wesentlich flexibler als ein Hubbalkenautomat. Ihre Flexibilität zeigt sich auch daran, dass sie beim Schmieden und Abgraten auch halbautomatische Abläufe ermöglichen.

### **Ausstoß verdoppelt**

Durch den Einsatz der Roboter ließ sich der Ausstoß der Pressenlinie 1 gegenüber einer vergleichbaren Linie, die manuell mit drei Werkern pro Schicht arbeitet und eine Durchschnittstonnage von 1,5 Tonnen je Fertigungsstunde erzielt, fast verdoppeln.

### **Hohe Verfügbarkeit**

Hervorzuheben ist auch die Verfügbarkeit der Roboter im Drei-Schicht-Betrieb, die trotz der sehr rauen Bedingungen über den Erwartungen liegt.

### **Mehr Teilevielfalt**

Aufgrund der Automation ist der Betreiber in der Lage, Teile zu fertigen, die manuell nicht herzustellen wären.

### **Einsatz über Kopf**

Bei der Auftragsvergabe profitierte KUKA von dem Vorteil, dass sich die Roboter auch in der Baugröße, die für diesen Anwendungsfall notwendig ist, über Kopf hängend einsetzen lassen.

### **Zeitgewinn**

Üblicherweise benutzt man in einer Hauptschmiedepresse nur ein Gesenk pro Pressenhub. Weil die beiden dort installierten Roboter aber parallel arbeiten können, wird die mit einer Presskraft von 8.000 Tonnen ausgestattete Hauptschmiedepresse bei einem Teil des Produktionsspektrums doppelt belegt.

## Quick-Check Industrieroboter (IR) für kleine und mittlere Produktionsunternehmen (blanko)

Will man nun die Möglichkeiten des Industrierobotereinsatzes in Produktionsprozessen von KMU ausloten, müssen Antworten auf grundlegende Fragen gefunden werden:

- Welchen Beitrag können und sollen Robotersysteme zur Modernisierung des Unternehmens leisten?
- Welche Einsatzmöglichkeiten für Roboter gibt es im Unternehmen, um die Arbeit zu optimieren?
- Welche Voraussetzungen müssen dafür im Unternehmen erfüllt sein?
- Welche betrieblichen Anforderungen werden an die Robotertechnik gestellt?
- Wie muss eine Anfrage an Roboterhersteller vorbereitet werden?

Bevor man alle Arbeitssysteme im Fertigungsablauf systematisch erfasst und beschreibt (was aus Gründen des Qualitätsmanagements, des Personaleinsatzes, der Energieeffizienz etc. auch nicht verkehrt wäre), sollte geschaut werden, ob Arbeitssysteme existieren, die geprägt sind durch

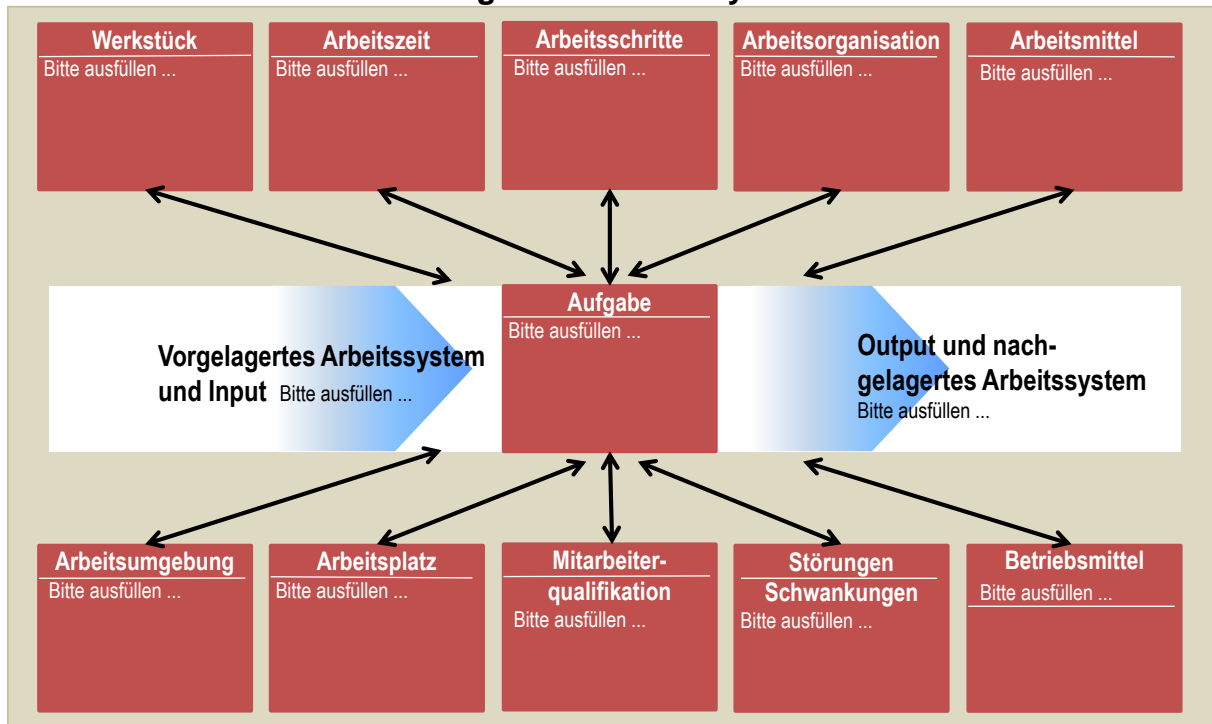
- **Arbeitsumgebungsfaktoren wie Lärm, Hitze, Staub**
- **den Einsatz von Gefahrstoffen wie Lacke, Beschichtungen etc.**
- **hohen Zeitdruck**
- **schweres Heben, Tragen, Ziehen, Schieben**
- **häufige Mehrarbeit**
- **gering qualifizierte Helfertätigkeiten mit Niedriglöhnen u. ä.**

Gerade bei solchen Arbeitssystemen bietet es sich an, Einsatzmöglichkeiten von IR zu prüfen. Dabei geht man wie folgt vor:

### **Schritt 1: Visualisierung und Beschreibung des Arbeitssystems**

Dazu hilft folgende Übersicht, die eine systematische Erfassung aller wichtigen Arbeitssystemelemente enthält.

### Illustration des zu berücksichtigenden Arbeitssystems



Die folgenden Leitfragen helfen, das Arbeitssystem systematisch zu erfassen und zu beschreiben.

- Welche Werkzeuge, Maschinen u. a. Technik und EDV-Systeme werden für die Erledigung der Arbeitsaufgabe verwendet?
- Welche (Teil-)Aufgaben werden ausschließlich in manueller Arbeit erledigt?
- Wie viele Mitarbeiter/-innen arbeiten an der Umsetzung der einzelnen Teilaufgaben?
- Welche Qualifikationsanforderungen werden dabei an die Mitarbeiter/-innen gestellt (an Fach- und Erfahrungswissen, Anforderungen an Problemlösungskompetenzen und Kreativität)?
- Liegt Gruppenarbeit bzw. Mischarbeit (Rotation) oder Ein- bzw. Mehrstellenarbeit vor?
- Handelt es sich dabei um monotone Tätigkeiten mit hohem Wiederholungsgrad und Monotonie oder ist die Arbeit eher abwechslungsreich und stellt die Beschäftigten vor unterschiedliche Anforderungen?
- Welches Arbeitszeitsystem gibt es (Ein-Schicht-, Zwei-Schicht- oder Drei-Schicht-Betrieb)?

Besonderes Augenmerk ist auf die Qualifikationsanforderungen der Mitarbeiter/-innen im Arbeitssystem zu legen. Bei einem möglichen Robotereinsatz ist genau zu prüfen, welche bisher von Mitarbeitern ausgeübte Tätigkeit ersetzt wird bzw. ersetzbar ist, und welche Resttätigkeiten verbleiben bzw. durch den Robotereinsatz neu dazukommen. Hierbei macht deutlich, wie wichtig eine differenzierte Stellenbeschreibung der vorhandenen Mitarbeiter im Arbeitssystem ist.

## **Schritt 2: Ermittlung und Analyse von Schwachstellen, Störungen und Belastungen im Arbeitssystem**

Nachdem nun eine systematische Beschreibung des Arbeitssystems mit allen notwendigen Informationen vorliegt, werden in Schritt 2 die Schwachstellen, Störungen und Belastungen im Arbeitssystem erfasst, die ggf. zur Begründung eines notwendigen oder sinnvollen Robotereinsatzes herangezogen werden können.

Folgende Leitfragen helfen, kritische Arbeitssystemelemente im ausgewählten Arbeitssystem zu erfassen.

- *Welche besonderen Belastungen und Gefährdungen treten bei der Verrichtung der Tätigkeiten im Arbeitssystem auf (z. B. Heben oder Tragen schwerer Lasten, Lärm, Hitze, Kälte, Stäube, giftige Gase, Schmutz)?*
- *An welchen Arbeitspositionen treten gehäuft Fehlzeiten oder Arbeitsunfälle auf?*
- *Bei welchen Teilaufgaben kommt es zu Problemen im Arbeitsablauf und Produktionsfluss (z. B. zu Lagerbildung, unzureichender Material- und Teilezufuhr)?*
- *Wieviel Zeit nimmt die Erledigung der einzelnen Teilaufgaben in Anspruch und sind die einzelnen Tätigkeiten optimal aufeinander abgestimmt?*
- *Bei welchen Verrichtungen entstehen Qualitätsmängel? Welche Ursachen gibt es für mangelnde Qualität?*

## **Schritt 3: Identifikation und Begründung der Teilaufgaben bzw. der Prozessschritte im Arbeitssystem, die ggfs. durch den Einsatz von Robotersystemen optimiert werden können**

Aus Schritt 1 und 2 ergibt sich, ob und inwieweit für welche Teilaufgaben ein Robotereinsatz prinzipiell gegeben ist.

## **Schritt 4: Prüfung der Voraussetzungen im Unternehmen, um Roboter sinnvoll einsetzen zu können**

- *Sind die räumlichen Gegebenheiten zur Positionierung von Robotern geeignet?*
- *Lassen die Arbeitsumgebungsbedingungen einen Robotereinsatz zu?*
- *Ist das vorhandene Personal zur Roboterbedienung geeignet bzw. qualifizierbar?*

Die o. g. Fragen sollten zunächst aus Sicht des Anwenderbetriebes vorgedacht werden, um anschließend mit einem Roboterhersteller bzw. einem Systemanbieter zu klären, ob die Voraussetzungen im Betrieb gegeben sind.

## **Schritt 5: Formulierung von Anforderungen an die Robotertechnik**

Der letzte Schritt wird i. d. R. schon mit einem Roboterexperten gemeinsam besprochen, kann aber auch im Anwenderbetrieb vorgedacht werden, sofern das Wissen vorliegt. Hier werden Anforderungen an die Funktionalität eines Roboters formuliert.

- *Bestimmung der Möglichkeiten des Werkstück-oder Werkzeughandlings*
- *Festlegung der Flexibilitätspotenziale (Häufigkeit des Werkzeug- oder Werkstückwechsels; Erweiterung des Schichtsystems etc.)*
- *Schätzung der Durchlaufzeitverkürzung (Umrüstzeit, Verminderung von Störungen im Arbeitsablauf)*
- *Formulierung der Mitarbeiteranforderungen durch den Robotereinsatz, Qualifikationsanforderungen an die Anwendung von Programmiermethoden vor Ort*

Nach den 5 Arbeitsschritten ist man gut gerüstet die eingangs formulierten grundlegenden Fragen entweder beantworten zu können oder zumindest soweit vorbereitet zu haben, um sich auf den Markt der IR-Hersteller zu wagen.