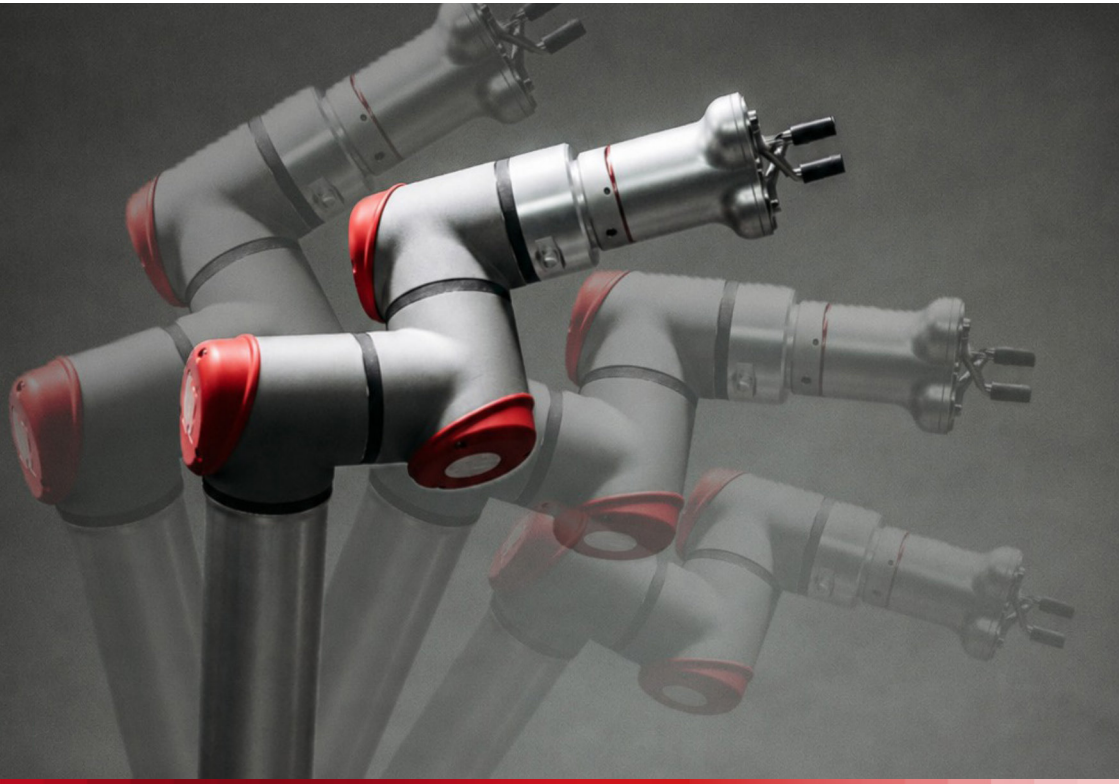
Mittelstand-Digital
Zentrum
Spreeland



Cobots: Mensch und Roboter arbeiten Hand in Hand

Wie kollaborative Roboter bei Fachkräftemangel Qualität und Produktivität unterstützen können
Teil 2: Einsatzgebiete und Integration

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Mittelstand-Digital

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Impressum

Herausgeber:
Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland
c/o Technische Hochschule Wildau
Hochschulring 1
15745 Wildau
nguenther@th-wildau.de
Tel.:+49 3375 508 782

Vertreten durch:
Die Technische Hochschule Wildau ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts. Sie wird nach außen durch die Präsidentin, Prof. Dr. Ulrike Tippe, vertreten.

Zuständige Aufsichtsbehörde:
Die Hochschule untersteht der Rechtsaufsicht des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg.

Autoren:
Elias Walter
Dr. Sandy Speck
Norman Günther

Satz/Layout:
VANBEEK PR & DESIGN
info@vanbeek-potsdam.de
www.vanbeek-potsdam.de

Förderformel:
Was ist Mittelstand-Digital?
Das Mittelstand-Digital Netzwerk bietet mit den Mittelstand-Digital Zentren und der Initiative IT-Sicherheit in der Wirtschaft umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung. Kleine und mittlere Unternehmen profitieren von konkreten Praxisbeispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ermöglicht die kostenfreie Nutzung und stellt finanzielle Zuschüsse bereit.

Vorstellung Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland

Das Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland ist Teil eines deutschlandweiten Netzwerks aus dem Förderschwerpunkt „Mittelstand-Digital“, das Unternehmen aus dem Mittelstand bei der Digitalisierung und der Einführung von Künstlicher Intelligenz unterstützt. Unser übergeordnetes Ziel ist es, kleine und mittlere Unternehmen auf ihrem Weg in die digitale Zukunft zu begleiten. Durch konkrete Digitalisierungsbeispiele und anbieterneutrale Qualifizierungsangebote möchten wir Unternehmen dabei helfen, die Chancen der Digitalisierung optimal zu nutzen. Dank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) können wir unsere Angebote kostenfrei zur Verfügung stellen.

Ziel der Broschüre und Themenübersicht

Cobots eröffnen Unternehmen neue Möglichkeiten, Produktionsprozesse flexibler, ergonomischer und effizienter zu gestalten. Besonders für kleine und mittlere Unternehmen können sie eine interessante Möglichkeit sein, schrittweise in die Automatisierung einzusteigen und gleichzeitig bestehende Anlagen und Prozesse weiter zu nutzen.

Doch nicht jede Aufgabe eignet sich gleichermaßen für einen Cobot. Entscheidend ist daher, das Potenzial der Technologie richtig einzuschätzen und die Automatisierung systematisch zu planen.

Diese Broschüre gibt einen vertiefenden Einblick in das Thema und widmet sich der Integration von Cobots. Auf die Fragen, welche Endeffektoren zur Verfügung stehen und welche Möglichkeiten der Programmierung bestehen, wird ebenso eingegangen wie auf wichtige Aspekte der Sicherheit und des Vorgehens für eine erfolgreiche Implementierung.

Ziel ist es, Sie dabei zu unterstützen, geeignete Anwendungsfälle zu erkennen, Chancen und Grenzen von Cobots realistisch einzuschätzen und erste Schritte hin zu einer erfolgreichen Automatisierung zu planen.

Die erste Broschüre gibt einen grundlegenden und kompakten Überblick über die Landschaft der Industrierobotik, Einsatzmöglichkeiten anhand von Praxisbeispielen und Potenziale von Cobots. Neben einer kurzen geschichtlichen Betrachtung werden auch heutige Markttrends beleuchtet.

Der Begriff Cobot wird in dieser Broschüre im Sinne des allgemeinen Sprachgebrauchs verwendet. Gemeint sind dabei kollaborative Roboterapplikationen.

Einsatzgebiete

Aufgrund ihrer Flexibilität können Cobots in vielen Bereichen der Produktion und Logistik eingesetzt werden. Besonders geeignet sind Tätigkeiten, die sich häufig wiederholen, ergonomisch belastend sind oder eine hohe Prozesskonstanz erfordern. Nachfolgend sind mögliche Einsatzgebiete genauer beschrieben:

Maschinen be- und entladen
Cobots eignen sich für das Einlegen und Entnehmen von Werkstücken an Maschinen. Sie können beispielsweise CNC-Maschinen, Drehmaschinen oder Fräsmaschinen beschicken.

Montage
Bei der Montage können Cobots wiederkehrende Arbeitsschritte präzise und zuverlässig ausführen. Dazu gehören beispielsweise Schrauben, Fügen oder Kleben von Bauteilen.

Verpackung
Cobots können Produkte greifen, sortieren und in Kartons verpacken. Auch wechselnde Produkte und Verpackungsgrößen können mit entsprechend angepassten Greifern und Programmen verarbeitet werden.

Palettieren
Beim Palettieren übernehmen Cobots das Stapeln von Kartons, Kisten oder anderen Behältern. Unterschiedliche Greifer und programmierbare Abläufe ermöglichen dabei eine flexible Anpassung an verschiedene Packmuster.

Qualitätsprüfung
Mit Kameras oder Messtechnik können Cobots Bauteile automatisiert prüfen und vermessen. Sie können Werkstücke beispielsweise einer Kamera zuführen, Prüfvorgänge durchführen und fehlerhafte Teile aussortieren.

Labor und Probenhandling
Im Labor können Cobots Proben aufnehmen, transportieren und bearbeiten. Typische Anwendungen sind beispielsweise das Pipettieren oder die automatisierte Handhabung von Proben.

Schweißen
Cobots können insbesondere bei kleinen und mittleren Serien Schweißaufgaben übernehmen. Sie sind in der Lage wiederkehrende Schweißbahnen kontinuierlich präzise auszuführen.

Kleben und Dosieren

Beim Kleben können Cobots Klebstoffe oder andere Medien gleichmäßig und reproduzierbar dosieren. Dosiermenge, Geschwindigkeit und Bahn lassen sich dabei an die jeweilige Anwendung anpassen.

Polieren und Schleifen

Auch Schleif- und Polierarbeiten erfordern gleichmäßige Bewegungen und reproduzierbare Anpressdrücke. Mit Cobots ist dies realisierbar, wodurch sich insbesondere repetitive Oberflächenbearbeitungen automatisieren lassen.

Beschichten und Lackieren

Cobots können Beschichtungs- und Lackierarbeiten entlang definierter Bahnen durchführen. Dadurch können beispielsweise gleichmäßige Schichtdicken erreicht werden.

Pick-and-Place

Bei Pick-and-Place-Anwendungen übernehmen Cobots das Aufnehmen, Umsetzen und Ablegen von Werkstücken. Sie können Bauteile beispielsweise einer Maschine oder einem Prozess zuführen und fertige Teile anschließend entnehmen.

Nicht jede Aufgabe eignet sich für einen Cobot. Besonders geeignet sind einfache, monotone, ergonomisch belastende oder sich häufig wiederholende Tätigkeiten.

Endeffektoren

Der Endeffektor bestimmt maßgeblich, welche Aufgaben ein Cobot übernehmen kann. Je nach Anwendung stehen unterschiedliche Greifer, Werkzeuge und Aufsätze zur Verfügung, die den Cobot flexibel für verschiedene Tätigkeiten einsetzbar machen. Hierbei wird in folgende Arten unterschieden:

1. Greifer – „Festhalten und Bewegen“



Abb. 11: Parallelgreifer mit 3D-gedruckten Backen, Eigenes Bild

Parallelgreifer
Beim Parallelgreifer (siehe Abb. 11) bewegen sich zwei Backen aufeinander zu und schließen das Werkstück ein. Sie zählen zu den am weitesten verbreiteten Greifern und eigenen sich für die Handhabe von Werkstücken mit definierten Greifflächen. Klassische Einsatzszenarien sind die Beladung von CNC-Maschinen, die Montage oder Pick-and-Place-Aufgaben.

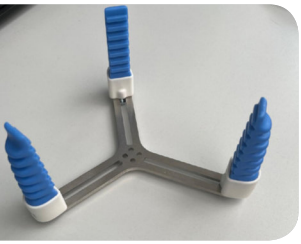


Abb. 12: 3-Fingergreifer am Beispiel eines Softgrippers, Eigenes Bild

3-Finger-Greifer
Der 3-Finger-Greifer (siehe Abb. 12) besitzt entsprechend seines Namens drei Greifbacken, die es erlauben, runde oder unregelmäßige Werkstücke zentriert zu greifen. Sie eignen sich daher besonders für das Greifen von Wellen, Zylindern oder Bauteilen mit komplexerer Geometrie.



Abb. 13: Parallelgreifer mit pneumatischem Anschluss, Eigenes Bild

Pneumatische Greifer
Pneumatische Greifer (siehe Abb. 13) greifen mithilfe von Druckluft. Sie zeichnen sich durch eine hohe Robustheit und Schnelligkeit aus und sind besonders preislich interessant, wenn Druckluft bereits vorhanden ist.

Elektrische Greifer

Elektrische Greifer (Abb. 14) besitzen einen integrierten elektrischen Antrieb, über den sich Greifkraft und Position, je nach Modell, gezielt einstellen lassen.
Liegen viele unterschiedliche Werkstücke und Prozesse mit hohem Bedarf nach Flexibilität vor, ist dieser Greifer eine Überlegung wert.



Abb. 14: Zweifingergreifer, Eigenes Bild

2. Vakuumgreifer – „Ansaugen statt Greifen“

Vakuumgreifer (siehe Abb. 15) saugen Werkstücke mithilfe von Unterdruck an. Sie haben den großen Vorteil, dass sie unabhängig von der Werkstückform sind, solange die Oberfläche ausreichend dicht und für das Ansaugen geeignet ist. Ein einziger Vakuumgreifer kann daher verschiedene Werkstückformen und Materialien, darunter Kartons, Bleche, Glas, Kunststoffteile, flache Werkstücke und Verpackungen, handhaben.



Abb. 15: Vakuumgreifer, Eigenes Bild

3. Magnetgreifer – „Greifen mit Magnetkraft“

Magnetische Endeffektoren (siehe Abb. 16) sind in der Lage, ohne mechanisches Greifen Bauteile zu bewegen. Sie eignen sich dabei ausschließlich für ferromagnetische Werkstoffe wie beispielsweise Stahl und dementsprechend nicht für Aluminium, Kunststoff oder viele Edelstähle. Typische Anwendungen umfassen das Aufnehmen von Blechen, Sortieren von Stahlteilen, Entnehmen von Werkstücken aus Behältern und das Beschicken von Maschinen.

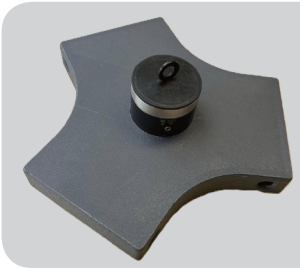


Abb. 16: montierter Magnetgreifer, Eigenes Bild

4. Gefriergreifer – „Greifen mit Adhäsion“

Das Prinzip hinter einem Gefriergreifer (siehe Abb. 17) besteht aus zwei Phasen. Im ersten Schritt wird Wasser als Wirkmedium aufgetragen und im darauffolgenden zweiten Schritt ein Kälteelement aufgesetzt, welches das Wirkmedium einfriert und somit einen Stoffschluss erzeugt. Mit dieser Art Greifer sind hohe Haltekräfte und das Greifen von biegeschlaffen Materialien (z.B. Textilien) ohne Zerstörung des Materials (wie bei z.B. Nadel-



Abb. 17: Prototyp eines Gefriergreifers, Eigenes Bild

greifern) möglich. Allerdings bestehen Herausforderungen in der Materialbeschaffenheit und der Beherrschung sich ändernder Umgebungsbedingungen, weshalb es sich hierbei um einen nicht markreifen Prototypen handelt.



Abb. 18: adaptives Greifsystem, welches sich mittels Vakuum formschlüssig an das zu greifende Objekt anpasst, Eigenes Bild

5. Weiche / adaptive Greifer
– „Wenn das Werkstück unbestimmt ist“

Soft- und adaptive Greifer (siehe Abb. 18) können sich an die Form des Werkstücks anpassen. Sie sind ideal für die Handhabung von Lebensmitteln, empfindlichen Kunststoffteilen, unregelmäßig geformten Werkstücken und Produkten mit wechselnden Abmessungen. Je unterschiedlicher die Werkstücke, desto wichtiger wird ein flexibler Greifer.

6. Spezialwerkzeuge – „Der Cobot greift nicht, er arbeitet“

Neben den verschiedenen Greifer-Endeffektoren existiert eine Vielzahl an Spezialwerkzeugen für verschiedenste Aufgaben:

- Schraubwerkzeuge → automatisiertes Verschrauben
- Schweißwerkzeuge → automatisiertes Schweißen
- Schleif- und Polierwerkzeuge → Oberflächenbearbeitung
- Dosiersysteme → Kleben, Dichten oder Auftragen
- Fräswerkzeuge → Bearbeitung von Materialien
- Bürsten / Reinigungswerkzeuge → Reinigung und Oberflächenbearbeitung

Kamerasysteme

Mithilfe von Kamerasystemen (siehe Abb. 19) ist es dem Cobot möglich, Werkstücke zu erkennen, deren Position zu bestimmen und unabhängig von ihrer Orientierung aufzunehmen. Darüber hinaus sind so automatisierte Qualitätskontrollen sowie eine Mensch- bzw. Objekterkennung möglich. Ähnlich wie bei den Endeffektoren steht auch bei der Kameratechnik eine große Auswahl an Herstellern und Modellen zur Verfügung. Welche Lösung geeignet ist, hängt vom jeweiligen Einsatzszenario ab. Dabei gilt es unter anderem abzuwägen, ob zur Erkennung Marker oder Codes (z. B. Barcode oder QR-Code) eingesetzt werden sollen und ob die Bildauswertung auf Basis von 2D-, 2,5D- oder 3D-Daten bzw. Punktwolken erfolgen soll.



Abb. 19: 2D- bis 3D-Kamerasysteme für die beispielhafte Montage am Endeffektor, Eigene Bilder

Kraft-/Drehmomentsensoren

Neben den oftmals integrierten Kraft- und Drehmomentsensoren moderner Cobots als Sicherheitssensorik können zusätzliche Sensoren dieser Art die Prozessregelung verbessern und so beispielsweise den Roboter befähigen unter Überwachung von Kräften Bauteile zu fügen, Oberflächen abzufahren, Schleifprozesse zu verfeinern oder empfindliche Bauteile zu handhaben.

Sicherheitssensorik

AIRSKIN

Hierbei werden weiche, druckempfindliche Polster verwendet, welche Luft als Sensormedium nutzen, um Kollisionen zu erkennen (siehe Abb. 20). Verletzungen von Personen können bei Kontakt so deutlich reduziert werden.

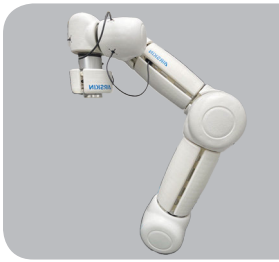


Abb. 20: Drucksensible Schutzhaut an einem Robotersystem, Eigenes Bild



Abb. 21: Sicherheitssystem als Kollisionsschutz zwischen Endeffektor und Mensch, KI-generiert

End-of-Arm-Safeguard
Hierbei handelt es sich um ein innovatives Sicherheitssystem für kollaborative Roboteranwendungen. Das System bildet ein Schutzfeld um das Roboterwerkzeug, reduziert das Risiko von Quetschverletzungen und ermöglicht sicheres Arbeiten in unmittelbarer Nähe des Roboters (siehe Abb. 21).

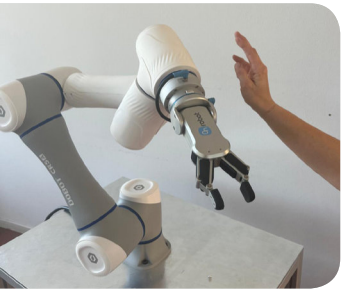


Abb. 22: Schutzhaut mit integrierter Abstandssensorik, Eigenes Bild

Echtzeit-Umfelderkennungssysteme
Diese Systeme verhindern Kollisionen mithilfe von Abstandssensorik und ermöglichen es den Bedienern, den Roboter zusätzlich gezielt anzuhalten. Unterschreitet ein Körperteil oder ein Gegenstand die Mindestentfernung, wird der Roboter gestoppt (siehe Abb. 22).

Überwachung von Sicherheitsszonen

Bei Sensoren zur Überwachung von Sicherheitsszonen handelt es sich um Sicherheitseinrichtungen für Robotersysteme, welche erkennen sollen, ob Personen einen bestimmten Bereich betreten, um so die Geschwindigkeit des Cobots anpassen zu können. Hierbei gibt es verschiedene Systeme:

Trittmatten: sind drucksensitiv und schalten die Maschine aus (Not-Aus) oder führen diese in einen Betriebshalt, sobald sich eine Person oder ein Gegenstand auf ihnen befindet.

Lasersysteme: erkennen im zweidimensionalen Raum den Zugang oder die Anwesenheit von Personen und Objekten in gefährlichen Bereichen.

Radarsysteme: erkennen im dreidimensionalen Raum den Zugang oder die Anwesenheit von Personen in gefährlichen Bereichen und ermöglichen eine dynamische Einstellung der Erfassungs- und Warnzonen in Echtzeit. Programmierung:

Per Teach-Pendant oder Python

Moderne Cobots können sowohl direkt am Roboter über ein Teach-Pendant als auch, abhängig von Hersteller, Modell und Steuerung, über externe Schnittstellen in übergeordnete Systeme integriert werden. Beispielsweise kann ein UR3e von Universal Robots mithilfe der RTDE-Schnittstelle (Realtime Data Exchange) eines externen Rechners, Python und einer dafür vorgesehenen Bibliothek programmiert werden (siehe Abb. 23). Dadurch lassen sich komplexere Programmabläufe wie auch die Einbindung verschiedener externer Systeme wie beispielsweise KI-Systeme umsetzen.



Abb. 23: Programmiermöglichkeit zwischen dem meist im Lieferumfang enthaltenen Teach-Pendant und einer Programmierung mittels Python, Eigenes Bild

Normen und Sicherheit

Damit Cobots sicher und zuverlässig in bestehende Arbeitsprozesse integriert werden können, müssen neben der technischen Umsetzung auch relevante Normen und Sicherheitsanforderungen berücksichtigt werden. Eine sorgfältige Risikobeurteilung bildet dabei die Grundlage für die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen und die sichere Zusammenarbeit von Mensch und Roboter. Hierbei sind zunächst die EN ISO 12100 zur Risikobeurteilung und -minderung, die DIN EN IEC 62061 (funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme) und die DIN EN ISO 13489-1 als allgemeinere Normen im Umgang zu berücksichtigen. Auch die Die EN ISO 11161 ist aufgrund ihrer Vorschriften für integrierte Fertigungssysteme aus mindestens zwei miteinander verbundenen Maschinen für den Einsatz von Cobots relevant. Die ISO 10218 Teil 1 & 2 schreiben Sicherheitsanforderungen an Industrieroboter und Systeme mitsamt Integration vor. Hierbei wird die Maschinenrichtlinie noch einmal konkretisiert, Gefährdungen im Umgang mit den Robotern aufgezeigt sowie Schutzmaßnahmen vorgeschlagen. Teil 1 behandelt hierbei Industrieroboter, Teil 2 industrielle Roboteranwendungen

und Roboterzellen. Sicherheitsanforderungen an kollaborative Roboter und deren Arbeitsumgebung, welche zuvor in der ISO TS 15066 definiert wurden, sind nun in der 2025 überarbeiteten Version der ISO 10218 enthalten.

Darüber hinaus werden vier Schutzprinzipien der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) für die sichere Zusammenarbeit von Mensch und Roboter (siehe Abb. 24) aufgeführt:

1. Sicherheitsgerichteter, überwachter Stillstand
Der gemeinsame Arbeitsbereich von Roboter und Mensch wird mit Sensoren überwacht. Betritt ein Mensch diesen Bereich, stoppt der Roboter, solange sich die Person darin befindet. Erst wenn die Person den Bereich wieder verlässt, kann der Roboter weiterarbeiten.

2. Handführung
Der Mitarbeiter führt den Roboter direkt von Hand. Die Bewegung und gegebenenfalls die Geschwindigkeit werden dabei entsprechend der Risikobeurteilung begrenzt.

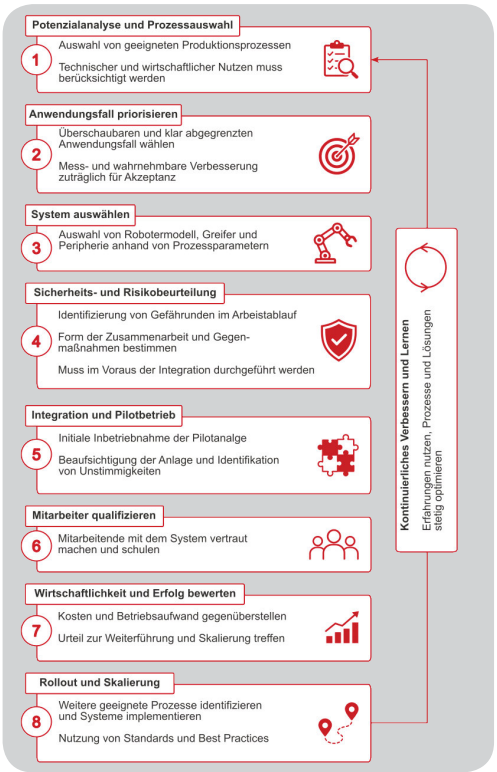
3. Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung
Mensch und Roboter können sich gleichzeitig im Arbeitsbereich befinden. Der Roboter überwacht den Abstand zur Person und reduziert seine Geschwindigkeit oder stoppt, sobald der Sicherheitsabstand unterschritten wird.

4. Leistungs- und Kraftbegrenzung
Hier ist ein direkter Kontakt zwischen Mensch und Roboter grundsätzlich möglich. Der Roboter begrenzt seine Geschwindigkeit sowie die auftretenden Kräfte und Leistungen so, dass das Verletzungsrisiko möglichst gering bleibt. Dabei spielen unter anderem Geschwindigkeit, Masse, Kraft und Nachlaufweg eine Rolle.

Die vier Prinzipien sind keine pauschalen „Sicherheitsfunktionen“ eines Cobots. Welche Schutzmaßnahmen für eine konkrete Anwendung erforderlich sind, muss im Rahmen der Risikobeurteilung bestimmt werden, welche vor der Inbetriebnahme durch den Betreiber durchzuführen ist. Hierbei dienen biomechanische Grenzwerte als Grundlage für die Beurteilung der Verletzung beim Zusammenstoß mit einem Cobot [9].



Abb. 24: Vier Prinzipien von Sicherheitsfunktionen, KI-generiertInhaltliche Quelle: [10]



Checkliste: Was muss bei der Implementierung beachtet werden?

Bei der Implementierung eines Cobots sollte unbedingt strukturiert vorgegangen werden, um Risiken zu verringern und typische Fehler wie beispielsweise eine überdimensionierte Anlage zu vermeiden. Ein solcher Prozess gliedert sich in 8 Schritte (siehe Abb. 25) und basiert auf der Grundfrage „Welcher konkrete Prozess lässt sich mit vertretbarem Aufwand sicher, wirtschaftlich und messbar verbessern?“.
Für möglichst hohe Akzeptanz ist es unabdingbar, frühzeitig und umfangreich die Mitarbeiter während der Implementierung einzubeziehen.

Abb. 25: 8 Schritte zur Integration von Robotersystemen im Unternehmen, selbst erstellt, inhaltliche Quelle: [11]

1. Potenzialanalyse und Prozessauswahl:

Hierbei werden bestehende Produktionsprozesse systematisch anhand ihres Automatisierungspotenzials und der Eignung für die Implementierung eines Cobots unter Berücksichtigung des technischen sowie wirtschaftlichen Nutzens bewertet. Relevant sind hier z.B.:

- Wiederholrate und Anzahl der Arbeitsschritte
- Körperliche Belastung
- Variantenvielfalt

2. Anwendungsfall priorisieren:

Bei der Implementierung eines Cobots ist die Akzeptanz der Mitarbeitenden ein entscheidender Faktor. Aus diesem Grund sollte zunächst mit einem überschaubaren und fest abgegrenzten Einstiegsfall begonnen werden, der eine messbare Verbesserung bewirkt.

3. System auswählen:

Auf Basis des zuvor gewählten Anwendungsfalls muss nun ein konkretes Robotermodell mitsamt Greifer und notwendiger Peripherie ausgewählt werden. Hierbei sollte man Kriterien wie

- Positionier- und Wiederholgenauigkeit
- Nutzlast, Geschwindigkeit und Taktzeit
- Werkzeugwechsel und hierzu notwendige Peripherie berücksichtigen.

4. Sicherheits- und Risikobeurteilung:

Diese Beurteilung dient der Identifizierung von Gefährdungen während des gesamten Arbeitsablaufs und muss zwingend vor der Installation durchgeführt werden. Auf ihrer Grundlage lassen sich Art der Kollaboration und Sicherheitsmaßnahmen bestimmen. Hierbei sollten u.a.

- Mögliche Verletzungsursachen
- Betriebsarten und mögliche Fehlersituationen
- Schutzeinrichtungen und -funktionenberücksichtigt werden.

5. Integration und Pilotbetrieb:

In dieser Phase wird das Cobotsystem in die bestehende Produktionsumgebung unter Beaufsichtigung integriert. Ziel dieser Phase ist eine initiale Inbetriebnahme und Identifikation von Unstimmigkeiten in Aufbau, Arbeitsablauf, usw.
Hierbei werden

- Bewegungsabläufe programmiert und optimiert
- Fehler- und Störfälle definiert, getestet und dokumentiert
- Rückmeldungen der Mitarbeitenden gesammelt

6. Mitarbeiter qualifizieren:

Damit Mensch und Cobot auf sichere und effiziente Weise miteinander arbeiten können, müssen nun die Mitarbeitenden mit dem neuen System vertraut gemacht und im Umgang geschult werden. Dies erfordert

- Grundlagen der Cobot-Bedienung und Verhalten bei Störungen zu vermitteln
- Arbeitsabläufe klar zu definieren und zu kommunizieren
- Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge der Mitarbeiter aufzunehmen
- Akzeptanz und tatsächliche Nutzung zu überprüfen

7. Wirtschaftlichkeit und Erfolg bewerten:

Diese Phase dient dazu, die Gesamtheit der tatsächlichen Investitionskosten der tatsächlichen Produktivitätssteigerung, Belastungsreduzierung, Qualitätsverbesserung und Ausfallzeiten gegenüberzustellen. Auf dieser Grundlage wird anschließend ein Urteil zur Weiterführung und Skalierung getroffen.

8. Rollout und Skalierung:

Ist das Urteil zur Wirtschaftlichkeit positiv, werden in diesem Schritt weitere geeignete Prozesse identifiziert und weitere Cobotsysteme implementiert. Hierbei kommen die in der Pilotphase entwickelten sowie dokumentierten Standards und Best Practices zum Einsatz.

Inhaltliche Quelle: [11]

Zusammenfassung und Schlusswort

Cobots bieten Unternehmen eine flexible Möglichkeit, wiederkehrende, ergonomisch belastende oder besonders Tätigkeiten mit hohen Anforderungen an die Prozesskonstanz zu automatisieren. Dabei entscheidet nicht allein der Roboter über den möglichen Einsatz, sondern das Zusammenspiel aus Anwendungsfall, Endeffektor, Sensorik, Programmierung und Sicherheit. Die große Auswahl an Greifern, Werkzeugen, Sensoren und Sicherheitssystemen ermöglicht es, Cobots an diese teils sehr spezifischen Aufgaben anzupassen.

Eine sichere und wirtschaftliche Anwendung entsteht erst durch die richtige Auswahl des Systems und eine auf den konkreten Anwendungsfall abgestimmte Sicherheitsbetrachtung. Normen und Risikobeurteilung sind dabei ein wesentlicher Bestandteil der Planung. Für Unternehmen empfiehlt sich deshalb ein schrittweises Vorgehen bei der Implementierung. Technische Machbarkeit, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und die Erfahrungen der Mitarbeitenden sollten dabei gleichermaßen berücksichtigt werden.

Der erfolgreiche Einsatz eines Cobots beginnt somit nicht mit der Frage „Welchen Roboter soll ich kaufen?“, sondern mit der Frage: „Welchen konkreten Prozess kann ich mit vertretbarem Aufwand sicher und sinnvoll verbessern?“

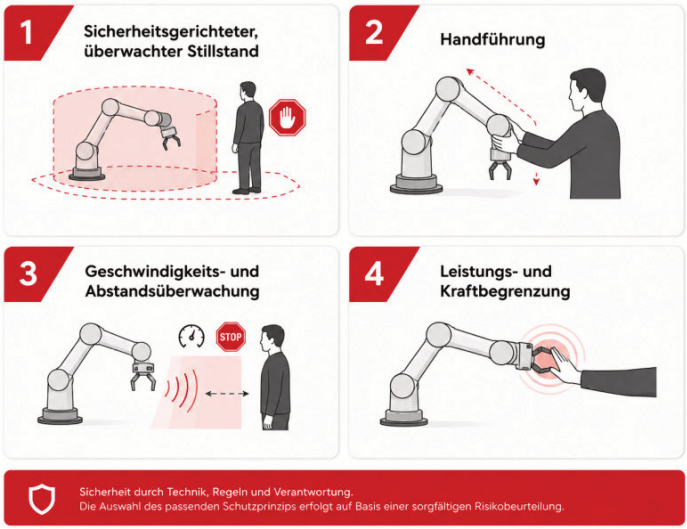


Abb. 26: Verknüpfung und Eingrenzung der umzusetzenden Roboterapplikation in Abhängigkeit des Anwendungsfalls, KI-generiert

Vielen Dank, dass Sie sich für unsere Broschüre entschieden haben. Wir hoffen, dass Sie neue Anregungen und Erkenntnisse bezüglich Cobotsystemen sowie deren Einsatzmöglichkeiten gewinnen konnten und wünschen Ihnen viel Erfolg bei Ihrer eigenen Implementierung.

Sollten Sie weitere Fragen haben, steht Ihnen das Team vom Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland gerne zur Verfügung!

Kontakt

Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland
c/o Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
Siemens-Halske-Ring 14
03046 Cottbus

Tel.: +49 355 69-5171
info@digitalzentrum-spreeland.de
www.digitalzentrum-spreeland.de

Bildverzeichnis

[10] TÜV SÜD, „Kollaborierende Roboter (Cobots): Sicherheit, Arbeitsschutz, Normen," TÜV SÜD, [Online]. Verfügbar: https://www.tuvsud.com/de-de/indust-re/maschinensicherheit-info/sondermaschinen/roboter/kollaborierende-roboter-sicherheit-arbeitsschutz/.[Zugriff: 20. Aug. 2026].

[11] IndustrieImpuls, „Kollaborative Roboter (Cobots) im Mittelstand: Wirtschaftlicher Einsatz und Implementierungspraxis," IndustrieImpuls, [Online]. Verfügbar: https://industrieimpuls.de/automatisierung/kollaborative-roboter-cobots-im-mittelstand-wirtschaftlicher-einsatz-und-implementierungspraxis/. [Zugriff: 20. Aug. 2026].

Inhaltsverzeichnis ???
Wenn ja, auf welche Seite/Seitenzahl? Gilt für beide Broschüren.

Vorstellung Mittelstand-Digital Zentrum Spreeland 1
Ziel der Broschüre und Themenübersicht 1
Einsatzgebiete 2
Endeffektoren 3
Greifer – „Festhalten und Bewegen“ 4
- Parallelgreifer 4
- 3-Finger-Greifer 4
- Pneumatische Greifer 4
- Elektrische Greifer 5
- Magnetgreifer – „Greifen mit Magnetkraft“ 5
- Gefriergreifer – „Greifen mit Adhäsion“ 5
- Welche / adaptive Greifer 5

Spezialwerkzeuge 6
Kraft-/Drehmomentsensoren 7
Sicherheitssensorik 7
End-of-Arm-Safeguard 8
Echtzeit-Umfelderkennungssysteme 8
Überwachung von Sicherheitsszonen 8
Radarsysteme 8
Per Teach-Pendant oder Python 9
- Sicherheitsgerichteter, überwachter Stillstand 10
- Handführung 10
- Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung 10
- Leistungs- und Kraftbegrenzung 10

Checkliste: Was muss bei der Implementierung beachtet werden? 11
- Potenzialanalyse und Prozessauswahl 12
- Anwendungsfall priorisieren 12
- System auswählen 12
- Sicherheits- und Risikobeurteilung 12
- Integration und Pilotbetrieb 12
- Mitarbeiter qualifizieren 13
- Wirtschaftlichkeit und Erfolg bewerten 13
- Rollout und Skalierung 13

Zusammenfassung und Schlusswort 14
Inhaltsverzeichnis 16
Kontakt 17