

# Bachelorarbeit

Thema:

Erstellung eines Konzeptes für den automatisierten Montageprozess zur Realisierung einer PKW-Fahrzeugsicherung unter Beachtung der TUL-Prozessabläufe mit integrierter robotergestützter Manipulation

Betreuer:

Prof. Dr.-Ing. Rolf Kademann

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Kirchhofer

Verfasser: Jianqi Xu

Matrikelnummer: 25881

# Hochschule Merseburg

Fachbereich Ingenieur und Naturwissenschaften

## Aufgabenstellung für die Bachelorarbeit von Herrn Jianqi Xu (25881)

**Thema:** Erstellung eines Konzeptes für den automatisierten Montageprozess zur Realisierung einer PKW-Fahrzeugtür unter Beachtung der TUL-Prozessabläufe mit integrierter robotergestützter Manipulation

**Betreuer:** Prof. Dr.-Ing. Rolf Kademann; Hochschule Merseburg, Fachbereich INW  
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Kirchhofer; Hochschule Merseburg, Fachbereich INW

### Aufgabenstellung:

Zunehmend gewinnt die Automatisierung in mannigfaltiger Form in der Produktionstechnik an Bedeutung, so dass es bei der Auslegung der einzusetzenden Fertigungstechnik eine Vielzahl an technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen zu beachten gilt.


Im Rahmen der Bachelorarbeit sind, gemäß der o. g. Themenstellung, das Maschinenkonzept zu konzipieren, deren Struktur darzustellen sowie dazugehörige maschinenbautechnische und organisatorische Besonderheiten aufzuzeigen und deren Einbindung in den Prozessablauf zu analysieren.


### Hinweise zur Lösung der Aufgabenstellung

1. Analyse des gegenwärtigen Standes der Fertigungssystemauslegung in der Montage
2. Dokumentation der vorhandenen Lösungen für die o. g. technischen Einrichtungen in derartigen Prozessen
3. Auslegung und Bewertung von allgemeinen Lösungsvarianten für das Koppeln der zu beteiligenden Anlagenbaugruppen
4. Beschreibung einer möglichen Lösung an dem o. g. Beispielteil (mit Begründung)
5. Darstellung des Zusammenhangs zwischen den maschinenbaulichen und organisatorischen Schnittstellen Materialfluss (Rohteil, Fertigteil, Werkzeuge, Orientierungshilfsmittel), Transport und Handhabung sowie Ver- und Entsorgung der einzelnen Elemente für die Vorzugsvariante

**Anzahl der Exemplare:**

2 (zuzüglich 1 Exemplar in digitaler Form)

  
Prof. Dr.-Ing. M. Staiger  
Vorsitzender des Prüfungsausschusses  
des Studiengang MMP

  
Prof. Dr.-Ing. R. Kademann  
Themenstellender Hochschullehrer

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	5
1.1 Aufgabenstellung .....	5
1.2 Hinweise zur Lösung der Aufgabenstellung .....	5
2. Montageproduktionssystem und Montagetechnik .....	7
2.1 Der Entwicklungshintergrund der Montagetechnik und der Automobilindustrie .....	7
2.2 Einschränkungen automatisierter Montagesysteme .....	8
2.3 Grundlegende Anforderungen für die Automatisierung von Anwendungsassemblierungen.....	10
2.4 Arten und Eigenschaften von automatischen Montagelinien.....	12
2.5 Übertragung und Positionierung von automatisierten Montagesystemen .....	13
2.6 Laden und verbinden .....	14
2.7 Automatische Erkennung und Steuerung bei der Montage.....	15
2.8 Strukturtyp des Förderers des Montagesystems .....	17
2.9 Flexibles Montagesystem .....	19
3. Allgemeine Lösungsvariante .....	21
3.1 Darstellung von Variante 1 .....	21
3.2 Darstellung von Variante 2 .....	25
3.3 Darstellung von Variante 3 .....	32
4. Bewertung und Vergleich .....	37
4.1 Bewertungsregeln .....	37
4.2 Bewertungsergebnis .....	37
5. Die optimale Lösung .....	38
5.1 Analyse der Bewertungsergebnisse.....	38
5.2 Auswahl spezifischer Varianten in der tatsächlichen Produktion.....	39
5.3 Darstellung des Zusammenhangs in der Variante .....	39

6. Zusammenfassung .....	43
7. Quellenangaben.....	44
8. Eidesstattliche Erklärung .....	45

# 1. Einleitung

## 1.1 Aufgabenstellung

Zunehmend gewinnt die Automatisierung in mannigfaltiger Form in der Produktionstechnik an Bedeutung, so dass es bei der Auslegung der einzusetzenden Fertigungstechnik eine Vielzahl an technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen zu beachten gilt.

Im Rahmen der Bachelorarbeit sind, gemäß der o. g. Themenstellung, das Maschinenkonzept zu konzipieren, deren Struktur darzustellen sowie dazugehörige maschinenbautechnische und organisatorische Besonderheiten aufzuzeigen und deren Einbindung in den Prozessablauf zu analysieren.

In diesem Artikel werde ich den Montageprozess und das automatisierte Montagesystem von Pkw-Türsystemen untersuchen. Ich werde auf die historische Entwicklung und die aktuelle Situation des automatisierten Montagesystems eingehen und die tatsächlichen Probleme kombinieren und analysieren, die im Produktionsprozess des Unternehmens auftreten können.

## 1.2 Hinweise zur Lösung der Aufgabenstellung

- (1). Analyse des gegenwärtigen Standes der Fertigungssystemauslegung in der Montage
- (2). Dokumentation der vorhandenen Lösungen für die o. g. technischen Einrichtungen in derartigen Prozessen
- (3). Auslegung und Bewertung von allgemeinen Lösungsvarianten für das Koppeln der zu beteiligenden Anlagenbaugruppen

(4). Beschreibung einer möglichen Lösung an dem o. g. Beispielteil (mit Begründung)

(5). Darstellung des Zusammenhangs zwischen den maschinenbaulichen und organisatorischen Schnittstellen Materialfluss (Rohteil, Fertigteil, Werkzeuge, Orientierungshilfsmittel), Transport und Handhabung sowie Ver- und Entsorgung der einzelnen Elemente für die Vorzugsvariante

## 2. Montageproduktionssystem und Montagetechnik

### 2.1 Der Entwicklungshintergrund der Montagetechnik und der Automobilindustrie

Vor 2001 gab es weltweit bis zu 50 große Autoteilehersteller, darunter 46 Superautohersteller wie die USA, Japan, Deutschland und Frankreich sowie Großbritannien, Schweden, Italien und Kanada hatte einen.

Um ihre zentrale Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, die Anforderungen der Fahrzeugmontage und den Trend der modularen globalen Beschaffung zu erfüllen, erweitern diese großen Hersteller von Autoteilen ihren Produktionsumfang, senken die Kosten und verbessern ihre Wettbewerbsfähigkeit durch Fusionen und Umstrukturierungen sowie gemeinsame Monopole. In nur zwei Jahren von 1995 bis 1996 kam es in den Vereinigten Staaten zu 387 Fusionen.

1996 fusionierte das größte umfassende Komponentenunternehmen Großbritanniens, Lucas, mit Wei

Lida hat sich damit zu einem der weltweit größten multinationalen Unternehmen entwickelt, das Teile und Komponenten herstellt. Durch Fusionen und Fusionen hat sich die Größe des Unternehmens weiter vergrößert. Im Jahr 2001 gab es 7 Autoteilehersteller mit einem Umsatz von mehr als 10 Milliarden US-Dollar, nämlich Delphi, Visteon, Lear und Johnson Controls in den USA. Denso, Deutschlands Bosch und Kanadas Magna International.

Mit der kontinuierlichen Umstrukturierung der Autoteilehersteller konzentriert sich die Produktionskapazität weiterhin auf Autoteilegiganten, was zu einem

Rückgang der Anzahl der Lieferanten führt, während der Produktionswert von Jahr zu Jahr steigt und die Konzentration der Produktion allmählich zunimmt. Mit der großen Entwicklung der weltweiten Automobilindustrie hat sich die automatische Montage von Autoteilen allmählich zu einer spezialisierten Technologie entwickelt, und Unternehmen, die auf die Herstellung, den Betrieb und den Verkauf von automatischen Montagemaschinen spezialisiert sind, sind seit langem in Industrieländern aufgetaucht.

Die Firma Ford entwickelte zunächst eine Maschine zur Herstellung von Teilen und eine neue Art des Verbindens von Teilen. 1914 wurde die Produktionsmethode für das Fließband eingeführt, und das mobile Fließband erschien, was die Produktivität erheblich verbesserte. Danach entwarfen die Ford-Ingenieure die Autoproduktionslinie. Der Arbeiter steht in einer festen Position, der Rahmen bewegt sich allmählich zusammen mit dem Kabel durch jeden Betriebspunkt, und der Arbeiter installiert jedes Zubehör am Rahmen. Die weiße bewegliche Montagelinie des Zünders wurde von New Lachaussee in Belgien erfolgreich entwickelt. Diese Montagelinie hat eine Produktionskapazität von 140.000 Mal pro Schicht, modulare Arbeitsstationen und ein gewisses Maß an Flexibilität. Nach mehr als 50 Jahren harter Arbeit hat das amerikanische Unternehmen Bodine ein modulares System für die automatische Montage entwickelt, um die automatische Hochgeschwindigkeitsmontage kleiner und mittlerer Produkte zu realisieren.

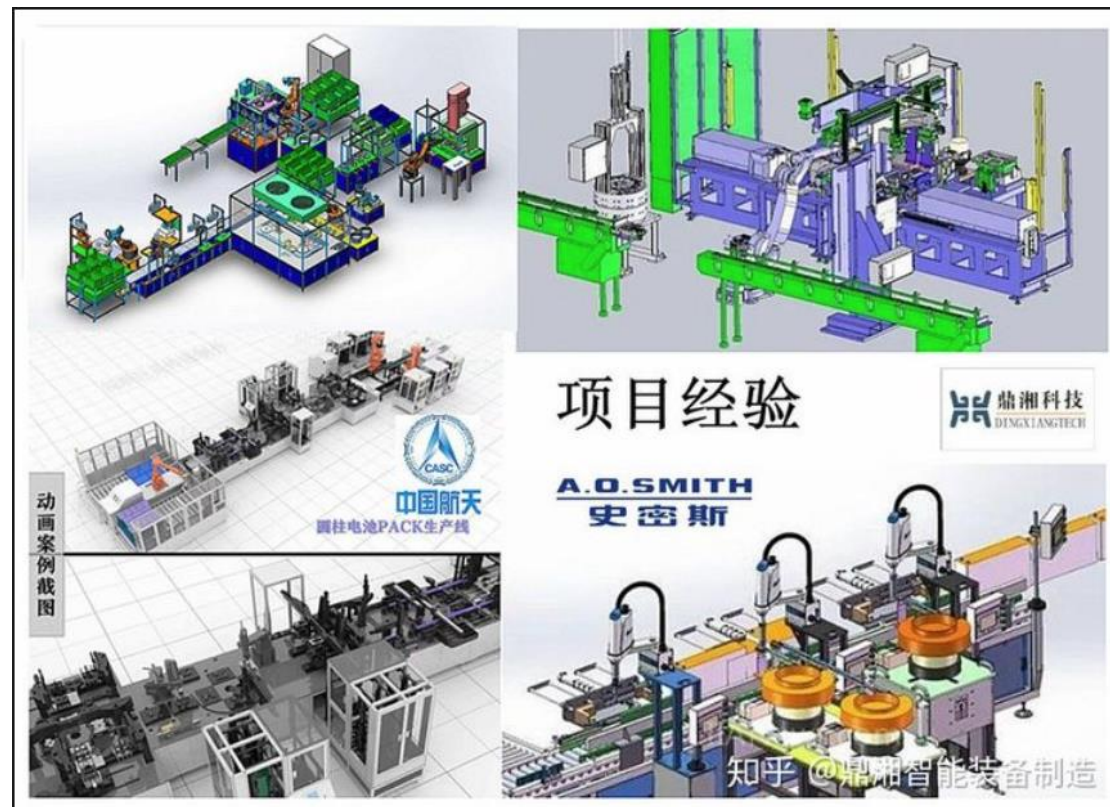
## 2.2 Einschränkungen automatisierter Montagesysteme

Obwohl das automatisierte Montagesystem nach einer langen Entwicklungsphase zwangsläufig noch einige Einschränkungen aufweist, die kurzfristig nicht gelöst werden können.

Für die Massenproduktion (Jahresproduktion von mehr als 1 Million Stück) sind



spezielle Montagemaschinen kostengünstig. Die Länge des Werkstücks kann größer als 100 mm sein und die Masse kann 50 g überschreiten. Typische Montageobjekte wie elektrische Produkte, Schalter, Uhren, Kugelschreiber, Druckerpatronen, Rasierer, Bürsten usw. erfordern eine Vielzahl unterschiedlicher Montageprozesse.



Bei nicht standardmäßigen Produkten mit unzureichender Produktion ist ein automatisiertes Montagesystem möglicherweise keine gute Wahl. Die Kosten für den Bau einer automatisierten Montagelinie können höher sein als der endgültige Gewinn des Produkts oder sich erheblich negativ auf die endgültige Gewinnspanne auswirken.

Darüber hinaus für einige Produkte, die nicht für die automatisierte Montage geeignet sind. (Zum Beispiel kundenspezifische Uhren, hochwertige

Fahrzeugmodifikationsteile) Die Anwendung automatisierter Montagesysteme ist nicht unbedingt eine Frage von mehr Vor- als Nachteilen.

## 2.3 Grundlegende Anforderungen für die Automatisierung von Anwendungsassemblierungen

Um die Automatisierung von Baugruppen zu realisieren, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein, hauptsächlich wie folgt:

1. Das Produktionsprogramm ist stabil und die Jahresproduktion ist groß, die Charge ist groß und die Standardisierung und Verallgemeinerung von Teilen ist relativ hoch. Das stabile Produktionsprogramm ist eine notwendige Voraussetzung für die Automatisierung der Montage. Gegenwärtig ist die automatische Montageausrüstung im Grunde eine spezielle Ausrüstung. Das Produktionsprogramm hat sich geändert, und die ursprünglich entworfene und hergestellte automatische Montageausrüstung ist nicht anwendbar. Selbst wenn sie nach einer Änderung verwendet werden kann, erhöht dies die Ausrüstungskosten und verzögert die Zeit und wirtschaftlich nicht zumutbar. Eine große Jahresproduktion und große Chargen tragen zur Erhöhung der Laderate von automatischen Montagegeräten bei. Die Standardisierung und Verallgemeinerung von Teilen und Komponenten kann den Konstruktions- und Herstellungszyklus verkürzen, die Produktionskosten senken und höhere technische und wirtschaftliche Auswirkungen erzielen.

2. Das Produkt verfügt über eine gute automatische Montagetechnologie  
Versuchen Sie, eine einfache Struktur und weniger Montageteile zu haben, die Referenzfläche der Baugruppe und die Hauptverbindungsfläche haben

regelmäßige Formen, und die Positionierungsgenauigkeit ist leicht sicherzustellen. Das kinematische Paar sollte leicht zu sortieren sein, um die Übereinstimmungsgenauigkeit der Hauptteile zu erleichtern haben regelmäßige und symmetrische Formen und leicht zu erreichende automatische Ausrichtung usw.

3. Nachdem die Montageautomation realisiert wurde, ist dies wirtschaftlich sinnvoll und die Produktionskosten werden reduziert

Die Montageautomation umfasst die automatische Zuführung, das Automatikgetriebe und die automatische Montage von Komponenten und ist eng miteinander verbunden. unter ihnen:

Die automatische Zuführung umfasst die Automatisierung des Ladens, Orientierens, Trennens, Transportierens und Entladens von Montageteilen.

Das Automatikgetriebe umfasst das Getriebe von Montageteilen von der Zufuhröffnung zur Montagestation sowie das Automatikgetriebe zwischen der Montagestation und der Montagestation.

Die automatische Montage umfasst automatische Reinigung, automatisches Auswuchten, automatisches Laden, automatische Interferenzverbindung, automatische Gewindeverbindung, automatisches Kleben und Schweißen, automatische Erkennung und Steuerung, automatische Prüfung usw.

Alle diese Aufgaben sollten in Übereinstimmung mit vorgegebenen Plänen und Routen unter entsprechender Kontrolle ausgeführt werden. Nach der Realisierung der Automatisierung von Zuführung, Förderung und Montage können die Montagequalität und die Produktionseffizienz verbessert werden, die Produktqualifizierungsrate ist hoch, die Arbeitsbedingungen werden verbessert und die Produktionskosten werden reduziert.

## 2.4 Arten und Eigenschaften von automatischen Montagelinien

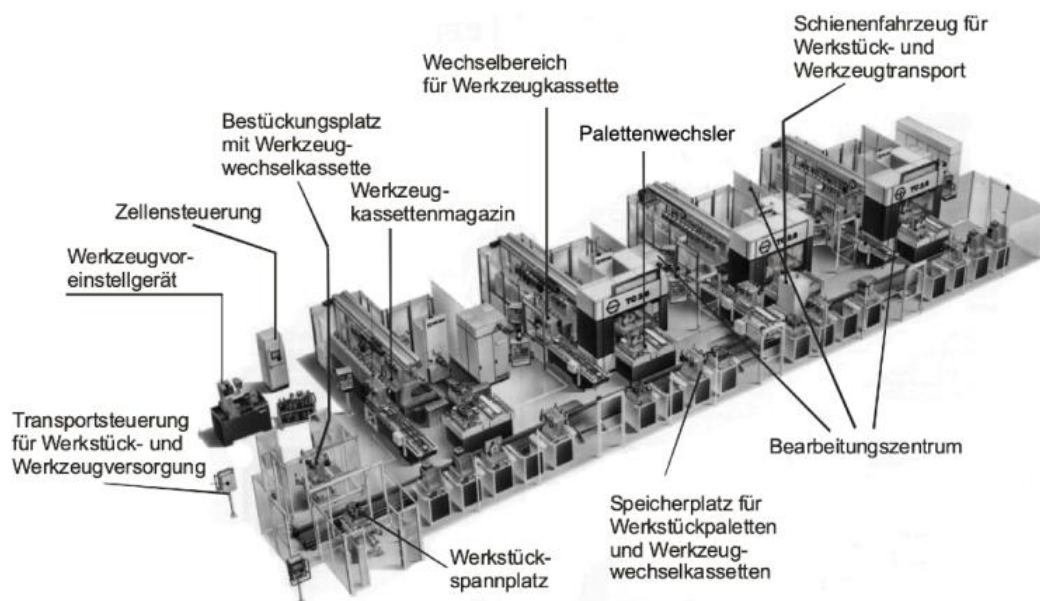


Figure 2 Ein Strukturdiagramm einer automatisierten Verarbeitungslinie

Als letzte Produktionsstufe hat die Montage einen wichtigen Einfluss auf die Produktkosten und die Produktionseffizienz. Aufgrund von Prozessfaktoren und Kostenüberlegungen werden normalerweise die folgenden Baugruppentypen verwendet:

### 1. Einzelstationsbaugruppe

Alle Montagearbeiten werden in einer festen Station durchgeführt, und weder die Basisteile noch die Gegenstücke müssen übertragen werden.

### 2. Feste Stationssequenzbaugruppe

Teilen Sie die Montagearbeiten in mehrere Montagegeräte auf, legen Sie ihre Positionen fest und ordnen Sie sie nebeneinander an. Führen Sie alle Montagearbeiten an jeder Station durch. Selbst wenn eine bestimmte Station ausfällt, wirkt sich dies nicht auf die gesamte Montagearbeit aus.

### 3. Feste Stationsbaugruppe

Ähnlich wie bei der sequentiellen Montagemethode für feste Stationen besteht der Hauptunterschied darin, dass im Montageprozess kein Zeitintervall vorhanden ist.

### 4. Montagewerkstatt

Die Montagearbeiten konzentrieren sich auf eine Werkstatt, die nur für spezielle Montagemethoden wie Schweißen, Crimpen usw. geeignet ist.

### 5. Verschachtelte Assembly

Entlang des Umfangs sind mehrere Montageeinheiten angeordnet, es gibt keine bestimmte Montagereihenfolge, und die Richtung des Montageprozesses kann sich ebenfalls ändern.

### 6. Verschobene Sequenzbaugruppe

Die Montagestationen werden gemäß dem Montageprozess eingerichtet. Während des Montageprozesses besteht möglicherweise keine feste Zeitverbindung oder eine bestimmte Zeitverbindung, es kann jedoch ein Zeitintervall bestehen.

### 7. Mobile Montage

Die Montagestationen werden in der Reihenfolge der Montagevorgänge mit einer bestimmten Zeitverbindung und ohne Zeitintervall zwischen ihnen eingerichtet. Zu diesem Zeitpunkt erfordert das Getriebe der Montageeinheit einen geeigneten Kettenübertragungsmechanismus.

## 2.5 Übertragung und Positionierung von automatisierten Montagesystemen

## 1. Übertragung von Montageteilen

In einem automatisierten Montagesystem ist es normalerweise erforderlich, Werkstückpaletten, Basisteile und andere Teile zwischen Montagestationen und zwischen Montagestationen und Silos und Transferstationen durch Transferausrüstung zu transferieren. An der Montagestation werden verschiedene Montageteile auf der Montagebasis montiert, um die Montage eines Teils oder eines Produkts abzuschließen.

## 2. Positionierung von Montageteilen

Die Basisteile, Gegenstücke und Verbindungsteile müssen an genauen Positionen angehalten werden, um die Montagearbeiten erfolgreich abzuschließen. Dies erfordert einen Positionierungsmechanismus, um eine genaue Positionierung sicherzustellen.

Die Anforderungen an den Positioniermechanismus sind sehr hoch, er muss viel Kraft aushalten und genau arbeiten können.

## 2.6 Laden und verbinden

Laden und Gewindeverbindung sind wichtige Prozesse, die üblicherweise bei der automatischen Montage verwendet werden.

### 1. Automatisierung laden

Die Automatisierung des Ladevorgangs erfordert, dass das geladene Werkstück ausgerichtet und zur Ladestation übertragen und dann durch den Lademechanismus ausgerichtet und auf das Baugruppenträgerteil geladen wird. Es gibt drei häufig verwendete Lademethoden: Schwerkraftbelastung,

mechanisches Drücken und motorisierte Klemmung.

## 2. Automatisierung von Thread-Verbindungen

Einschließlich automatischer Übertragung, Ausrichtung, Schrauben und Anziehen von Muttern, Schrauben usw. Darüber hinaus gehört das Abschrauben und Anschrauben der angeschlossenen Gewindekupplungen gemäß den Prozessanforderungen ebenfalls zu diesem Bereich, aber das Übertragen und Ausrichten der Gewindekupplungen ist beim Abschrauben nicht erforderlich, und das Verschrauben kann schnell sein, und das Entfernen und Auswerfen muss erfolgen berücksichtigt.

### 2.7 Automatische Erkennung und Steuerung bei der Montage

#### 1. automatische Erkennung

Damit die Baugruppe normal funktioniert und die Montagequalität gewährleistet ist, ist es im Allgemeinen ratsam, nach den meisten Montagestationen eine automatische Erkennungsstation einzurichten, das Erkennungsergebnis in einen Signalausgang umzuwandeln und dann das Steuergerät zu verstärken oder direkt anzusteuern. Damit die erforderlichen Montagemaßnahmen verknüpft werden können. Verriegelungsschutz zur Gewährleistung der Sicherheit und Zuverlässigkeit des Montageprozesses.

Automatische Inspektionsgegenstände beziehen sich auf die Struktur und die wichtigsten technischen Anforderungen der zusammengebauten Produkte oder Komponenten. Im Allgemeinen können automatische Inspektionsgegenstände in zehn Kategorien unterteilt werden:

(1) Fehlende Teile im Montageprozess erkennen;

- (2) Richtung der Ladeteile;
- (3) den Ort, an dem die Teile geladen werden;
- (4) Klemmfehler beim Montageprozess;
- (5) Sortierqualität der Teile;
- (6) Fremdkörper, die während des Montageprozesses eingemischt werden;
- (7) Der Fehler der Dichtung nach dem Zusammenbau;
- (8) Montagequalität von Gewindekupplungen;
- (9) Spiel zwischen den Montageteilen montieren;
- (10) Flexibilität und andere Eigenschaften beweglicher Teile nach der Montage.

Die automatische Erkennung im Montageprozess kann entsprechend ihrer Funktion in aktive Erkennung und passive Erkennung unterteilt werden. Die aktive Inspektion ist eine automatische Inspektion, die am Montageprozess teilnimmt, die Qualität und Effizienz der Montage beeinträchtigt und die Entstehung von Abfallprodukten verhindern kann. Die passive Inspektion ist eine automatische Inspektion, die nur zur Beurteilung und Bestimmung der Montagequalität verwendet wird. Die aktive Erkennung wird normalerweise in der Serienfertigung verwendet, insbesondere in Fertigungslinien, und belegt häufig eine oder mehrere Stationen in der Linie, ordnet den Arbeitskopf an und realisiert die Steuerung durch die Rückkopplungsfähigkeit des Messsignals. Dies ist eine Online-Erkennung. Wenn eine automatische Sortiermaschine verwendet wird, handelt es sich meistens um Offline-Tests, die nicht in der Produktionslinie installiert sind.

## 2. Automatische Steuerung

Die grundlegenden Konstruktionsanforderungen des Steuerungssystems des automatischen Montagesystems sind wie folgt:

- (1) Kontrolle des Getriebes und genaue Positionierung der Baugruppentteile;
- (2) Kontrolle und Abschluss des Montageprozesses einschließlich der



Zuführvorrichtung der Montageteile und des gesamten Arbeitszyklus des Zuführprozesses;

(3) Kontrolle des Sicherheitsschutzes, der Verriegelung und des Alarms bei kritischen Montageverfahren und automatischen Montagevorrichtungen;

(4) Kontrolle verschiedener Signale, die nach der automatischen Erkennung gesendet werden, und deren entsprechender Sicherheitsschutz, Verriegelung und Alarm;

(5) Es sollte in der Lage sein, die Steuerung der automatischen, halbautomatischen und manuellen Einstellung zu realisieren.

(6) Die im Steuersystem verwendeten Steuerungskomponenten müssen eine geringe Trägheit und eine hohe Empfindlichkeit aufweisen.

(7) Das Steuerungssystem sollte die Koordinierung, Synchronisation und Verriegelung der Zuführ-, Übertragungs- und Montagevorgänge des automatischen Montagesystems sicherstellen.

## 2.8 Strukturtyp des Förderers des Montagesystems

Es gibt hauptsächlich zwei Arten von Förderstrukturen, horizontale und vertikale. Welcher Typ verwendet werden soll, hängt hauptsächlich vom Produktionsprogramm, der Größe und dem Gewicht der Baugruppentteile und -produkte (oder -komponenten), der Montagegenauigkeit und Positioniergenauigkeit, der Arbeitsrichtung des Montagekopfs zum Montageobjekt, der Betätigungskraft und ab die Fahranforderungen usw., manchmal hängt es auch vom Prozesslayout ab.

Der horizontale Typ hat drei Layouts: Drehtyp (einschließlich Drehtisch, Mittelsäulentyp, Vertikalwellentyp), Geradentyp und Kreistyp. Der kreisförmige Typ bedeutet, dass die Montageobjekte in einem horizontalen Ring angeordnet

sind, ohne dass eine große Anzahl leerer Vorrichtungen zurückkehrt, was einem rotierenden Typ ähnlich ist, wenn eine Seite der kreisförmigen Schiene mit Stationen angeordnet ist und die andere Seite als zurückgegeben wird. Als leeres Gerät wird es zu einem einfachen Typ.

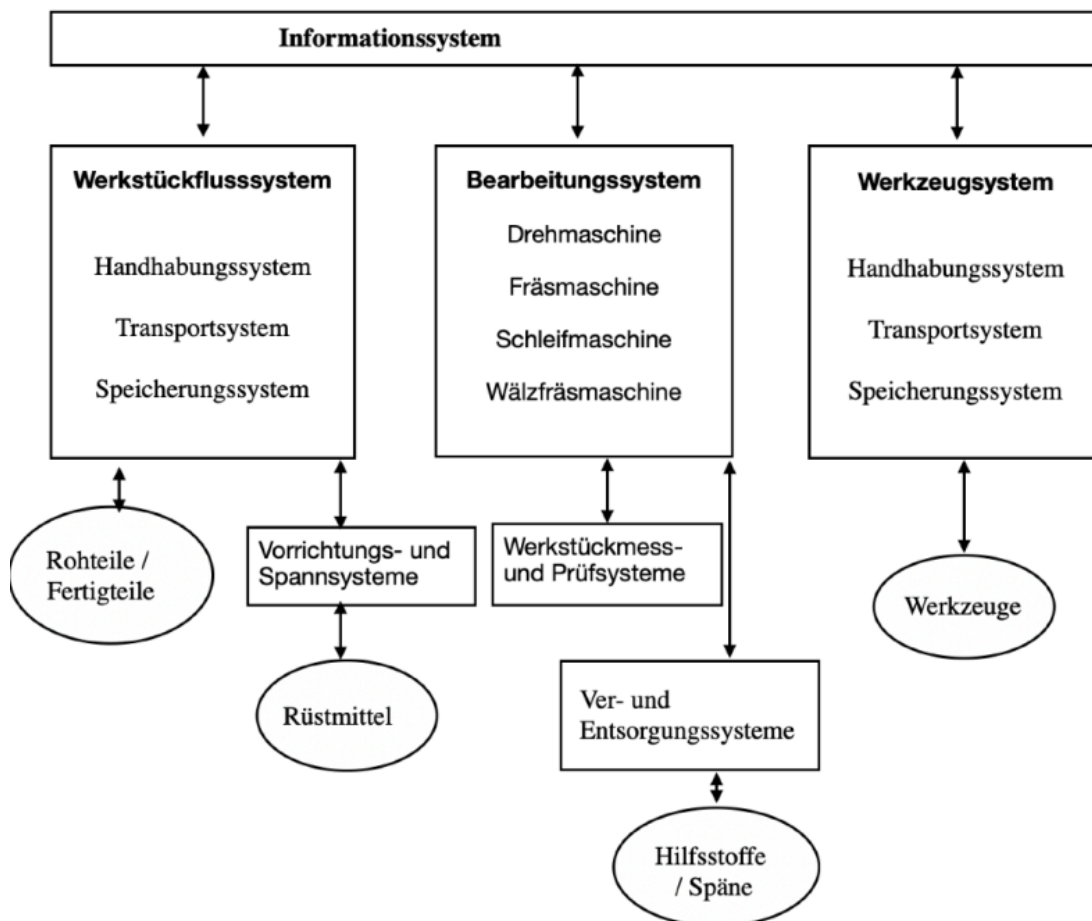


Figure 3 Aufbau eines automatisierten Montagesystems

Der horizontale Typ eignet sich für Werkstätten, in denen Start- und Endpunkt der Baugruppe nahe beieinander liegen und breit, aber nicht lang sind. Wenn nach dem Zusammenbau des Produkts andere Produktionsprozesse wie Testen, Lackieren, Trocknen usw. erforderlich sind, ist diese Anordnung ebenfalls bequemer, nimmt jedoch eine große Fläche ein und wirkt sich leicht auf andere Materialhandhabungen in der Werkstatt aus.

Der vertikale Typ hat zwei Layouts: Rotationstyp und gerader Typ. Der vertikale Typ wird häufig für Montagelinien verwendet, die in einer geraden Linie konfiguriert sind. Die Montageobjekte bewegen sich entlang einer geraden Spur und die Stationen sind in einer geraden Linie angeordnet.

## 2.9 Flexibles Montagesystem

### Komposition

Das flexible Montagesystem weist eine entsprechende Flexibilität auf. Es kann die Variantenprodukte eines bestimmten Produkts gemäß den programmierten zufälligen Anweisungen zusammenbauen. Es kann auch einige Montageverbindungen je nach Bedarf hinzufügen oder reduzieren. Innerhalb des zulässigen Bereichs von Funktion, Leistung und Geometrie kann die Maximum Um die Zusammenstellung eines Produktclusters zu erfüllen.

Das flexible Montagesystem besteht aus einem Montagerobotersystem und Peripheriegeräten. Diese Peripheriegeräte können nach bestimmten Montageaufgaben ausgewählt werden. Um sicherzustellen, dass der Montageroboter die Montageaufgaben erledigt, umfassen sie normalerweise: flexible Materialhandhabungssysteme, automatische Teilezufuhrsysteme, automatische Werkzeuersatzgeräte (Finger) und Werkzeugbibliotheken; Bildverarbeitungssysteme, Basisteilesystem, Steuerungssystem und Computerverwaltungssystem.

### Grundtyp und Eigenschaften

Es gibt normalerweise zwei Arten von flexiblen Montagesystemen: eines ist ein modulares flexibles Bausteinsystem und das andere ist ein programmierbares flexibles Montagesystem mit Montagerobotern als Hauptkörper. Entsprechend

seiner Struktur kann es in drei Typen unterteilt werden:

(1) Flexible Montagezelle (FAC) Diese Einheit verwendet einen oder mehrere Roboter, um verschiedene Montageaufgaben gemäß den Verfahren an einer festen Station auszuführen.

(2) Flexibles Synchronisationssystem mit mehreren Stationen Dieses System führt jeweils bestimmte Montagearbeiten aus. Es besteht aus einer festen oder dedizierten Montagelinie, die aus einem Fördermechanismus besteht. Es wird von einem Computer gesteuert und ist programmierbar und wählbar, so wie es ist flexibel.

(3) Flexibles Montagesystem mit kombinierter Struktur. Diese Struktur hat normalerweise mehr als drei Montagefunktionen. Sie ist eine Kombination aus Geräten, Werkzeugen und Steuergeräten, die für die Montage erforderlich sind, und kann eingeschlossen oder in eine Schutzvorrichtung eingebaut werden. Beispielsweise besteht der Schraubenmontagemechanismus aus einer Robotervorschubvorrichtung, einer Führungsschiene und einer in einer Box installierten Steuervorrichtung und kann mit einer Fördervorrichtung verbunden werden.

## 3. Allgemeine Lösungsvariante

### 3.1 Darstellung von Variante 1

In der ersten Variante werden traditionelle manuelle Montagetechniken verwendet. Die Arbeiter verwenden grundlegende Elektrowerkzeuge, um den werksseitigen Transport und die Werkstattmontage der Türkomponenten durchzuführen. Es sollte beachtet werden, dass die manuelle Montage in vielen Situationen immer noch eine unverzichtbare Option ist, obwohl die automatisierte Montagetechnologie heute den Mainstream einnimmt. Eine beträchtliche Anzahl autorisierter Änderungsunternehmen für High-End-Fahrzeuge hat manuelle Montagemethoden angewendet. Zum Beispiel verwendet Carlsson, das Umrüstungsunternehmen von Mercedes-Benz, manuelle und heikle Arbeit, um Luxus-Umrüstfahrzeugen einen Mehrwert zu verleihen.

#### Prozessmerkmale der manuellen Montage

Die Montage ist der Schlüsselprozess für die Herstellung von Produkten im Herstellungsprozess. Es ist notwendig, die menschliche Erfahrung und die geschickte Bedienungsfähigkeit voll auszunutzen. Menschen, die die Fertigkeiten im Zusammenbau beherrschen, sind die Schlüsselkraft für die Herstellung hochwertiger Produkte.

Die Eigenschaften des manuellen Montageprozesses sind wie folgt:

① Der Prozess der Montage besteht darin, nach der räumlichen Zustandsvariationsdomäne des Teils zu suchen und sich dem Ziel schrittweise zu nähern.

Cheng

② Der Bediener verwendet zwei Methoden der passiven Echtzeitwahrnehmung und des proaktiven Betriebs, um die Baugruppenstatusinformationen

wahrzunehmen. Der Baugruppenbetrieb hat gleichzeitig die Dualität von Zielbetrieb und Prüfbetrieb. Bei der allgemeinen Montage und Herstellung von Produkten werden komplexe Strukturen mit einer großen Anzahl von Teilen und Abmessungen (wie Einstellung der Autoscheinwerferposition, Radpositionierung und Türpositionseinstellung usw.) häufig bei Einstell- und Montagevorgängen verwendet, insbesondere bei beweglichen Einstellungen. Dies reduziert Um die Herstellungskosten der Teile zu reduzieren, sind die Anforderungen an die Montagefähigkeiten relativ hoch. Der Bediener erhält während des Betriebs kontinuierlich die Positions- und Haltungsstatusinformationen der Teile, trifft Entscheidungsentscheidungen und ergreift entsprechende Maßnahmen.

Die Schritte des Einstell- und Montageprozesses von Autotüren umfassen hauptsächlich:

- ① Der Bediener verwendet Fingerberührung, Augenbeobachtung und andere Methoden, um den Haltunugszustand des Türkörpers wahrzunehmen
- ② Wählen Sie das Einstellglied entsprechend der Haltung des Türkörpers und bestimmen Sie die Größe und Richtung der Einstellung
- ③ Wenden Sie entsprechende Einstellvorgänge auf die entsprechenden Einstellpunkte an.

Das Anpassen des Montageprozesses erfordert, dass der Bediener die Wahrnehmung wiederholt wahrnimmt und beurteilt. Die Schwierigkeiten der Operation sind:

- ① Öffnen Sie die Tür zur Einstellung und schließen Sie die Tür, um die Haltunugsinformationen des Türkörpers zu erhalten. Der Bediener kann die Einstellverbindung und die Haltunugsqualität des Türkörpers während des Betriebs nicht direkt abrufen.

Korrespondenz zwischen den Mengen ist die Arbeitseffizienz gering

②Die vom Einstellpunkt bereitgestellte Türposition und der Betriebszustand sind mehr, um dies zu gewährleisten

Die Montagequalität und Arbeitseffizienz der Tür muss der Bediener hoch sein. Kann einen angemessenen Einstellvorgang entsprechend der Haltung des Türkörpers wählen.

Inhalt und Reihenfolge

Simulation des Anpassungsprozesses der Türhaltung

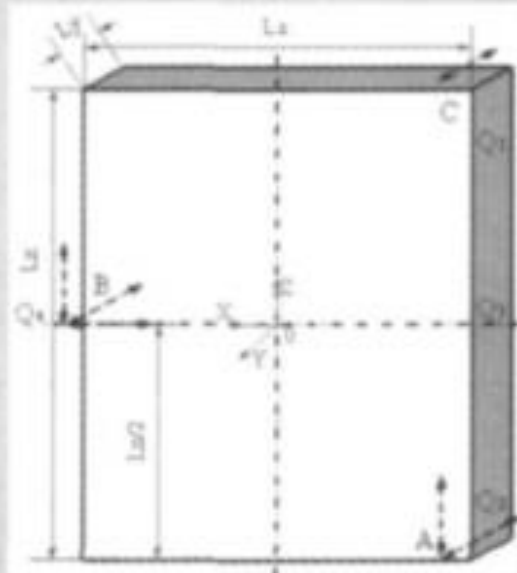
Der Bediener beurteilt anhand der Erfahrung und Wahrnehmung der Türhaltung und wählt den Inhalt und die Reihenfolge der Operation aus und passt sie an. Die Anpassungsprozessstrategie bietet eine Entscheidungsmethode für Bediener mit unterschiedlichen Fähigkeiten, damit sie einen praktikablen Weg finden können, um die Position und Reihenfolge im Zustandsraum der Türhaltung anzupassen. Der Simulationsalgorithmus simuliert den Anpassungsprozess verschiedener Prozessstrategien und die Betriebseffizienz ihrer jeweiligen Betriebssequenzen, vergleicht die Simulationsergebnisse und wählt die beste Anpassungsoperationsstrategie und Betriebssequenz entsprechend der Anzahl der Anpassungsoperationsschritte und der Gesamtbetriebszeit aus.

Der Bediener übt Kraft und Moment auf das Teil aus, um die Haltung des Teils zu ändern. Bei der Einstellung der Haltung der Tür bestimmen die Betriebsmethode, das Gewicht des Teils, der Reibungszustand der Kontaktfläche und andere Faktoren gemeinsam den Betrieb des Bedieners. Auflösung und Effizienz für die Änderung der Haltung der Tür. Hier verwendet als

Die minimale Betriebsgenauigkeit und die einstufige Betriebszeit, die die Industrie erreichen kann, werden als Bewertungsindikatoren verwendet. Die entworfene Benutzeroberfläche der Simulationssoftware ist in der Abbildung

dargestellt. Der Wert für die Einstellauflösung ist der kleinste Einstellbetrag für die Türposition (mm) und die entsprechende Einstellzeit für die Einzelschritteinstellung.

车门装配位姿调整过程仿真



作业者编号: 0001 作业编号: T001  
 车门宽度Lx: 1300 车门高度Lz: 1500

质量目标值 (mm)  
 X方向缝隙, 相等, 位置范围:  $5.5 \pm 2.0$   
 Y方向面差, 均匀, 数值范围:  $0 \pm 1.5$   
 Z方向棱线, 平行, 变动范围:  $0 \pm 2.0$

调整分辨率和策略  
 调整策略: 1. 单点最大偏差优先

B. $\delta X$ :	$0.8 \pm 0.2$	A. $\delta Y$ :	$0.5 \pm 0.2$
B. $\delta Y$ :	$0.5 \pm 0.2$	A. $\delta Z$ :	$0.6 \pm 0.2$
B. $\delta Z$ :	$0.3 \pm 0.1$	C. $\delta Y$ :	$0.3 \pm 0.1$
TBx:	$25 \pm 3$	TAy:	$16 \pm 2$
TBy:	$18 \pm 2.5$	TAz:	$15 \pm 2$
TBz:	$14 \pm 2$	TCy:	$10 \pm 2$

初始质量点状态值 (mm)

Q1缝隙:	2.3	Q1面差:	2.0
Q2缝隙:	1.0	Q2面差:	1.8
Q3棱线:	0.8	Q4缝隙:	10.0
Q4面差:	-1.0	Q4棱线:	-1.0

调整仿真 退出



### 3.2 Darstellung von Variante 2

In Variante 1 werden die meisten Lade-, Entlade- und Montagearbeiten manuell ausgeführt. Mit der Entwicklung der Industrierobotertechnologie kann der manuelle Montageprozess teilweise durch Roboter ersetzt werden. Variante 2 ist mit einem automatischen Montagesystem ausgestattet, das auf Industrierobotern basiert. Das System wird den Automatisierungsgrad und die Produktionseffizienz der Fabrik erheblich verbessern. Es ist wichtig, den Automatisierungsgrad der Geräteverarbeitung zu verbessern. Dies ist entscheidend, um die Produktqualität und -stabilität zu verbessern, Schlagschäden während der Verarbeitung zu reduzieren und die Verarbeitungsaufgaben rechtzeitig abzuschließen.

Aufgrund der Eigenschaften von hoher Präzision, Zuverlässigkeit und Konsistenz von Industrierobotern im Hinblick auf sich wiederholende Vorgänge mit hohem Volumen kann der Einsatz von Robotern in der Produktion nicht nur die Produktqualität und die Produktionsstabilität verbessern, sondern auch den Lagerbestand effektiv reduzieren oder sogar Null erreichen Inventar., wodurch die Kosten gesenkt werden. Der Roboter kann Tag und Nacht arbeiten und die Produktionseffizienz ist sehr hoch. Der Roboter verfügt über programmierbare Funktionen und verschiedene komplexe Funktionen, sodass er sich an die sich ständig ändernden Marktanforderungen anpassen kann. Basierend auf den oben erwähnten Vorteilen von Industrierobotern wurde ein automatisiertes Montagesystem mit vier Robotern konstruiert.

#### Gesamtsystemdesign

Ein automatisches Montagesystem, das auf Industrierobotern basiert, bezieht sich auf die Verwendung eines oder mehrerer Industrieroboter mit Peripheriegeräten, um das Laden, Entladen und Verarbeiten bestimmter

Prozesse abzuschließen. Dieses automatische Montagesystem mit vier Robotertüren umfasst hauptsächlich vier Industrieroboter und eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS), eine Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) und andere Peripheriegeräte. Mit der SPS als Steuerungskern können Roboter und andere elektronische Geräte über die SPS zusammenarbeiten.

### Elektrisches Steuersystem

Das gesamte System besteht aus insgesamt vier Industrierobotern, von denen zwei für die Lieferung der Türkomponenten an den Installationsort verantwortlich sind. Die verbleibenden zwei Roboter führen Befestigungs- und Schweißaufgaben aus. Regelmäßige Maßnahmen und die Überwachung aller Geräte werden vom Exekutivkontrollsystem durchgeführt. Das Steuerungssystem führt koordinierte Systemaktionen basierend auf der Statusrückmeldung der ausführenden Ausrüstung aus, wie z. B. Starten und Stoppen, Zurücksetzen und abnormales Herunterfahren und Neustarten usw.

In diesem System fungiert die SPS als zentrales Steuerungssystem, das Rückmeldungsinformationen von 4 Robotern empfängt und verarbeitet, den Start und Stopp des Systems steuert und die Roboter steuert, um geeignete Programme auszuführen. Die SPS ist mit einer Mensch-Computer-Interaktionsschnittstelle mit einem Touchscreen ausgestattet. Die Mitarbeiter können den Arbeitsstatus des Touchscreens überwachen und den Betrieb des Systems über den Touchscreen steuern. Die SPS kommuniziert mit dem Roboter über E / A und E / A. Die Figur ist ein schematisches Diagramm des Aufbaus des Steuerungssystems.

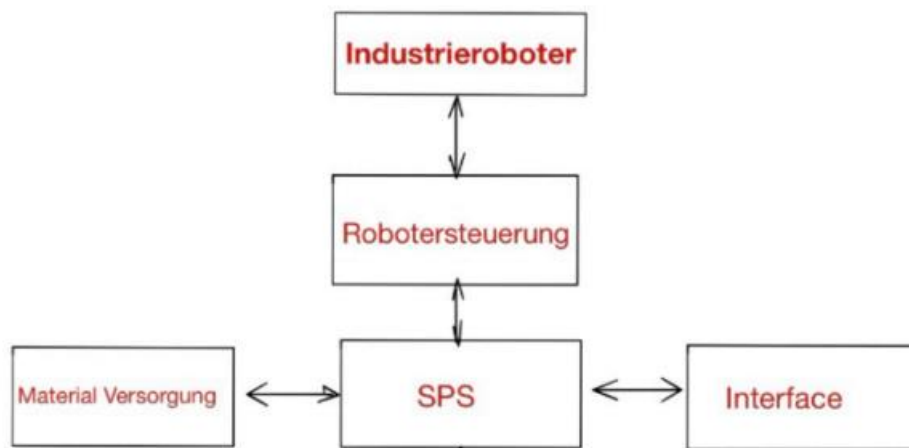


Figure 5 Ablauf

### Auswahl der Industrieroboter

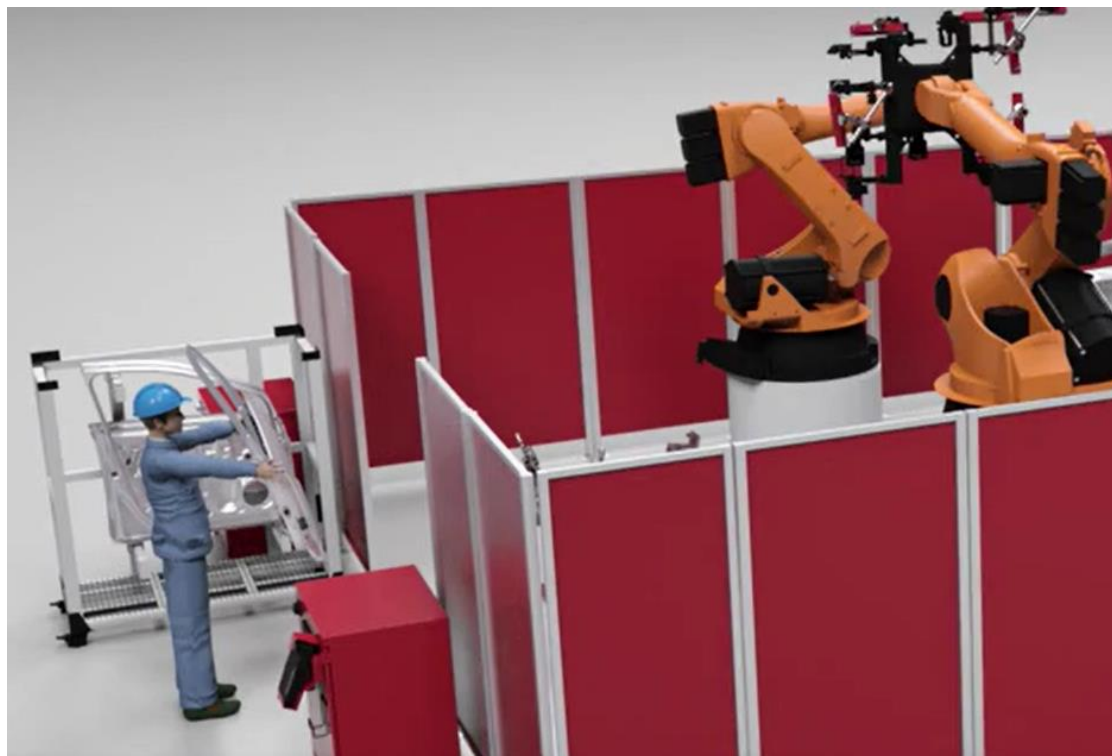
Es gibt viele Unternehmen, die Roboter anbieten, darunter ABB, FANUC, KUKA usw. Die von jedem Unternehmen hergestellten Roboter haben unterschiedliche Modelle, und auch die Eigenschaften, die Leistung, die Verwendungszwecke und die Programmiermethoden der verschiedenen Robotermodelle sind unterschiedlich. Daher sollte der Roboter gemäß den Gesamtanforderungen des entworfenen Systems ausgewählt werden.

Der vom Fertigungssystem geforderte Roboter weist die Eigenschaften einer guten Flexibilität, einer flexiblen Bewegung und der Fähigkeit auf, komplexere Bewegungen auszuführen. Daher wird der von Stäubli hergestellte Industrieroboter TX2-90 als Beispiel verwendet. Die grundlegenden Parameter sind in der Tabelle aufgeführt, um die Verwendungsbedürfnisse zu erfüllen. Darüber hinaus verfügt dieser Roboter über eine hohe Produktionseffizienz, hohe Geschwindigkeit und hohe Präzision, eine gute Mensch-Maschine-Schnittstelle und ist leicht zu programmieren

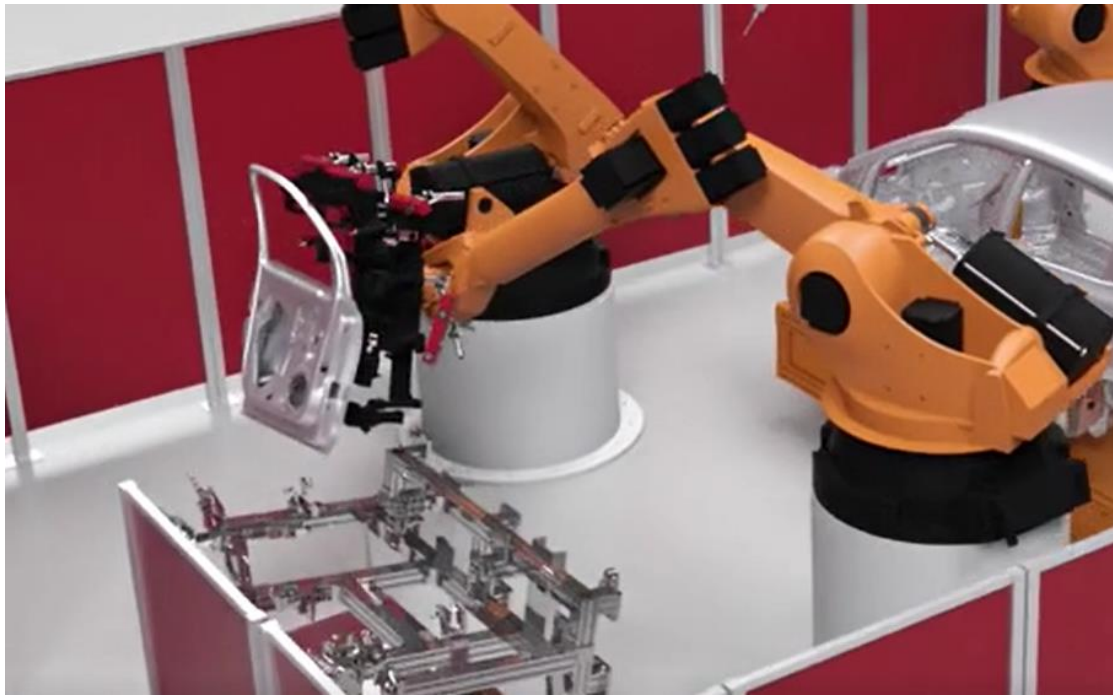


<b>TYP</b>	<b>TX2-90</b>	Wiederholgenauigkeit	±0.03 mm
Anzahl Freiheitsgrade	6	Schutzklasse (Handgelenk)	IP65 (IP67)
Nominale Tragkraft	6 kg	Montagemöglichkeiten	Boden / Wand / Decke
Maximale Tragkraft*	20 kg	Stäubli Steuerung	<b>CS9</b>
Reichweite	1000 mm	Sicherheitsfunktionen	Optional

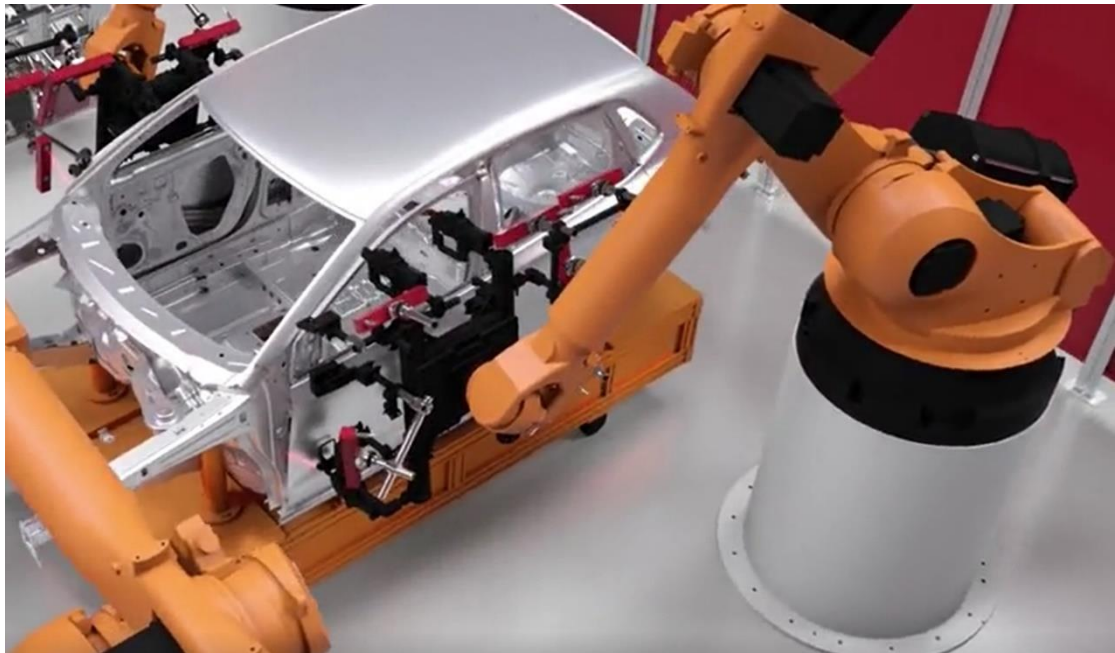
## Spezifische Arbeitsschritte



S1: Vor Beginn des Montagevorgangs transportiert der Arbeiter die Türkomponenten zur Montagelinie und platziert sie am Werkstückeingang, der im vorprogrammierten Programm des Roboters angegeben ist.



S2: Der Arbeiter startet das Systemprogramm über die Mensch-Computer-Interaktionsschnittstelle, der Roboter beginnt zu arbeiten und nimmt die Türkomponente auf, die gerade an der angegebenen Position platziert wurde.



S3: Der Roboter transportiert die Türkomponenten in eine vorgegebene feste Position zum Schweißen und Nieten.

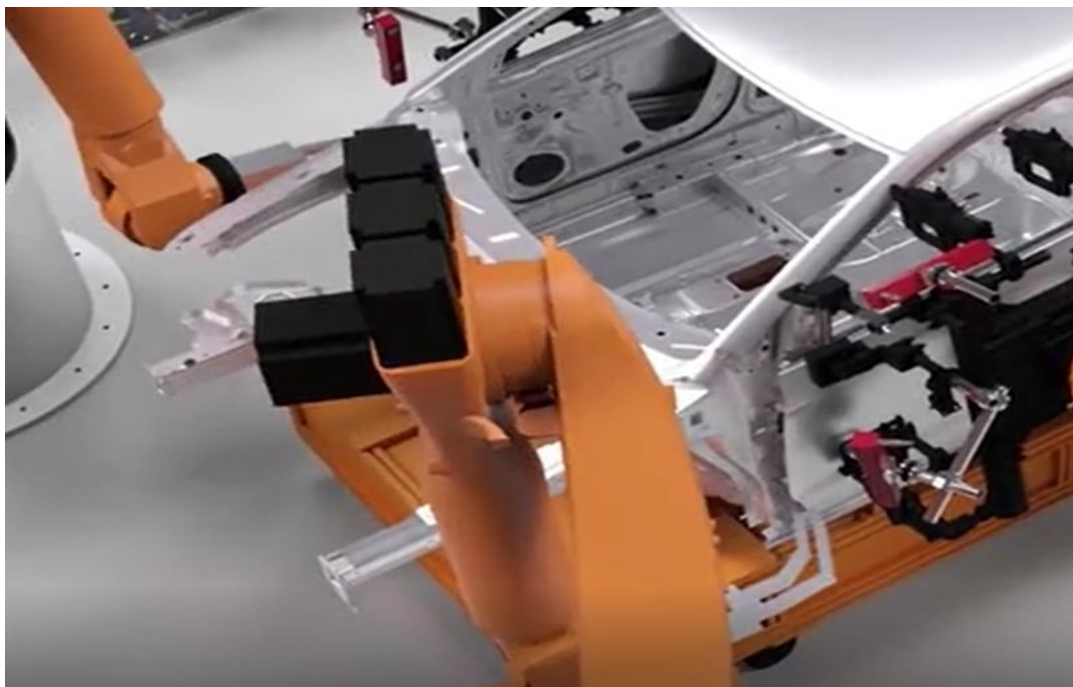


Figure 10 S4

S4: Die beiden anderen Roboter im System führen voreingestellte Niet- und Schweißarbeiten durch.

Starten Sie nach Abschluss dieses Vorgangs den nächsten Abschnitt des Programms neu, um die Installation eines weiteren Paares von Türkomponenten abzuschließen.

### 3.3 Darstellung von Variante 3

Variante 3 und Variante 2 verwenden dieselben Organisationsstrukturen. Der Unterschied besteht darin, dass Variante 2 aus Kostengründen manuelle Arbeit verwendet, um die Lieferung der Türkomponenten abzuschließen und zu überprüfen, ob die Türkomponenten die Nietposition korrekt erreicht haben. In Variante 3 werden ein Lasermesssystem und ein Roboter-Vision-Guidance-System eingeführt, um den Automatisierungsgrad zu verbessern.

#### Robot Vision Guidance System

Robotervision bezieht sich im Allgemeinen auf ein industrielles Sichtsystem, das mit Robotern zusammenarbeitet. Nachdem das Bildverarbeitungssystem in den Roboter eingeführt wurde, kann die Verwendungsleistung des Roboters erheblich erweitert werden, wodurch der Roboter eine bessere Anpassungsfähigkeit bei der Ausführung der angegebenen Aufgabe erhält. Robot Vision erfordert nicht nur Preisökonomie, sondern stellt auch die Anforderungen an eine gute Unterscheidungsfähigkeit, Echtzeitleistung, Zuverlässigkeit, Vielseitigkeit usw.

Das Funktionsprinzip des Robotersichtsystems ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

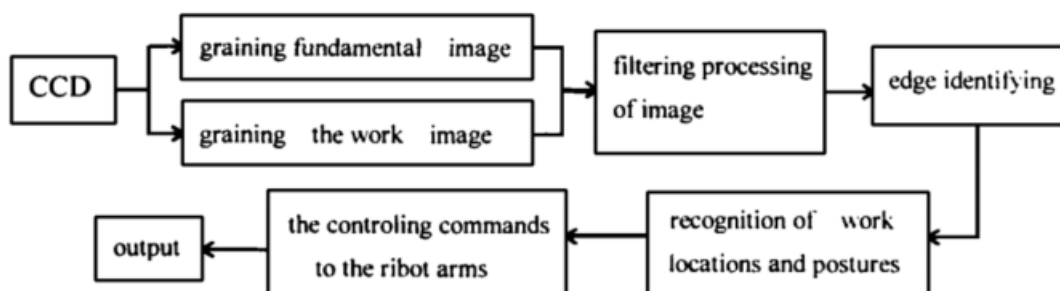


Figure 11 Robot Vision Guidance System



Die Kernkomponente des Roboter-Vision-Guidance-Systems ist der CCD-Bildsensor. Das CCD-Vision-Erfassungsmodul ist mit dem Anschluss des Datenerfassungsmoduls verbunden, und die hochauflösende Kamera wird zur Überwachung der Montageumgebung verwendet. Zusätzlich zur Installation des CCD-Bildsensors an der schalldichten Wabenwand ist am vorderen Ende des Industrieroboterarms eine hochauflösende CCD-Kamera installiert, um die automatische Montage über das Robotersichtsystem zu erleichtern.

Das visuelle Systemmodell der automatischen Montage von Industrierobotern ist in der Abbildung dargestellt.



Figure 12 CCD-Modul des Roboter-Sichtführungssystems

Wie in der folgenden Abbildung gezeigt, können wir bei Verwendung des Roboter-Sichtführungssystems die Förderschiene direkt über die Förderschiene transportieren, ohne dass ein manueller Komponententransport erforderlich ist.

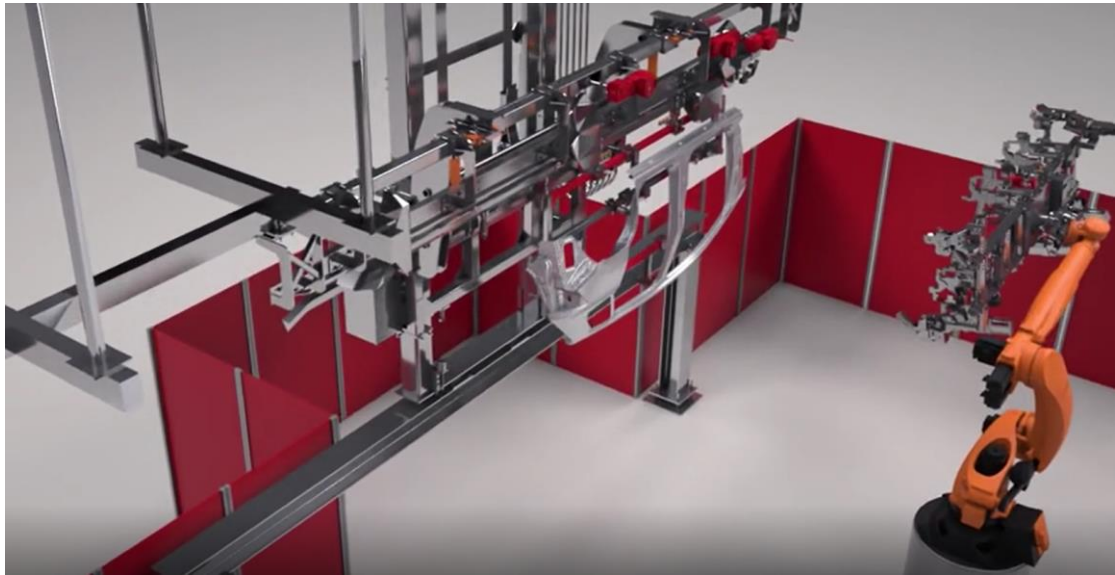


Figure 13 Verwenden wir Führungsschienen für den Türtransport

Wenn die Führungsschiene die Türbaugruppe in die ungefähre Position transportiert, beginnt der am Roboterarm installierte CCD-Bildsensor zu arbeiten, um die geometrischen Merkmale der Türbaugruppe zu scannen und die Klemmposition genau zu identifizieren.

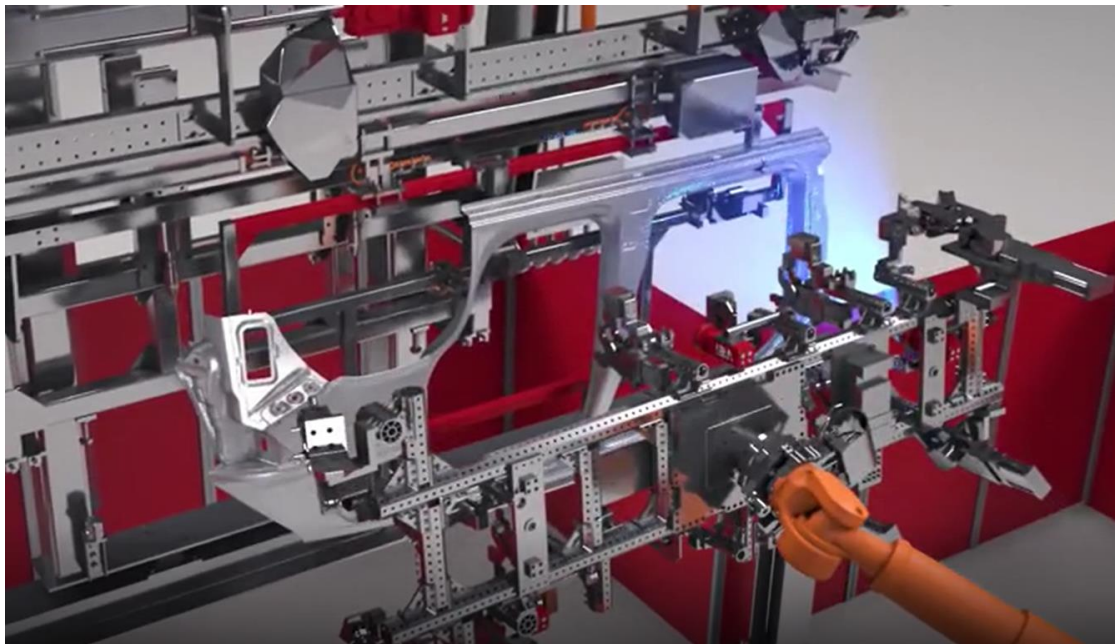


Figure 14 Der CCD-Sensor führt ein Feature-Scannen durch

Nach Abschluss des Merkmalerkennungsprozesses greift der Roboter nach den Türkomponenten.

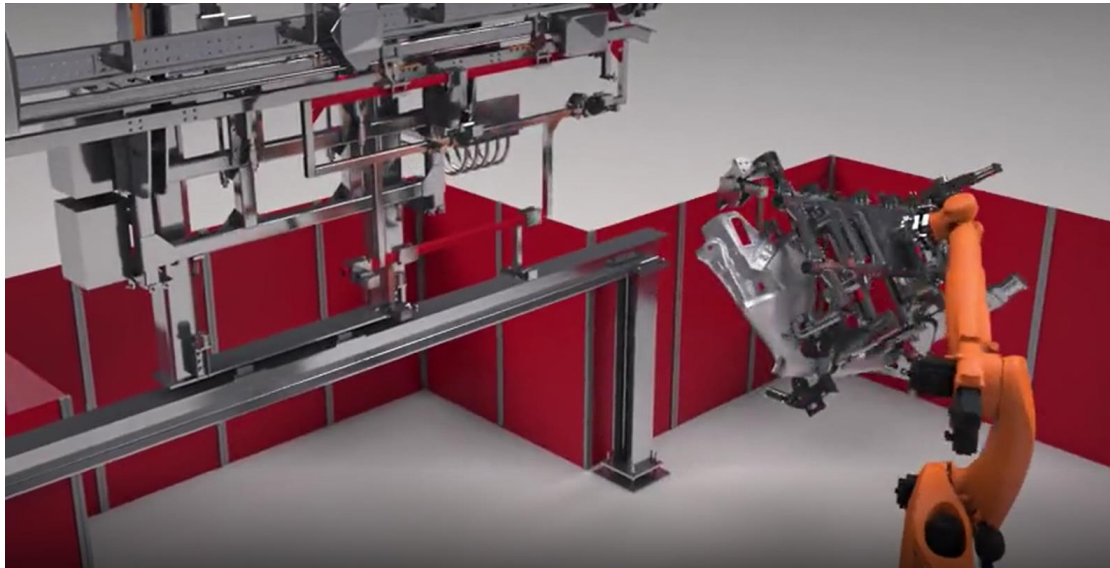


Figure 15 Die Tür greifen

### Lasermesssystem

Das Laser-Online / Offline-Messsystem ist ein berührungsloses Messsystem, das auf visueller Inspektionstechnologie und Lasermesstechnologie basiert. Es kombiniert Laser, Bildsensor, Bildverarbeitungsalgorithmus und automatische Steuerungstechnologie, um eine genaue Messung der Körper-in-Weiß-Baugruppe zu erreichen Richtigkeit. Das Online-Messsystem wird hauptsächlich in mehreren Stationen verwendet, einschließlich der Türbaugruppe und der Karosseriebaugruppe, um die Online-Erkennung von Schlüsseldaten im Produktionsprozess der Karosserie-in-Weiß-Baugruppe zu realisieren und die Schwankung der Karosserieprozessgröße in Echtzeit zu überwachen. und bieten Datenunterstützung für die Verbesserung des Produktionsprozesses: Das Offline-Messsystem wird hauptsächlich in der Inspektionsstation der viertürigen zweiteiligen Unterbaugruppe in der Schweißwerkstatt anstelle der dreifach koordinierten Messung von Unterbaugruppentteilen mit verwendet Hochfrequenz offline und ergänzt das Online-Messsystem, um die Erfassung der Messdaten aller Komponenten in

Weiß zu realisieren. Das System verfügt über verschiedene Datenabfrage-, Analyse-, Statistik- und flexible Alarmfunktionen und unterstützt die automatische Generierung von CP-Berichten und den automatischen Vergleich von drei Koordinaten. Die leistungsstarke Frühwarnfunktion bietet Unternehmen effektive Tools zur Prozessanalyse und Problemlokalisierung.

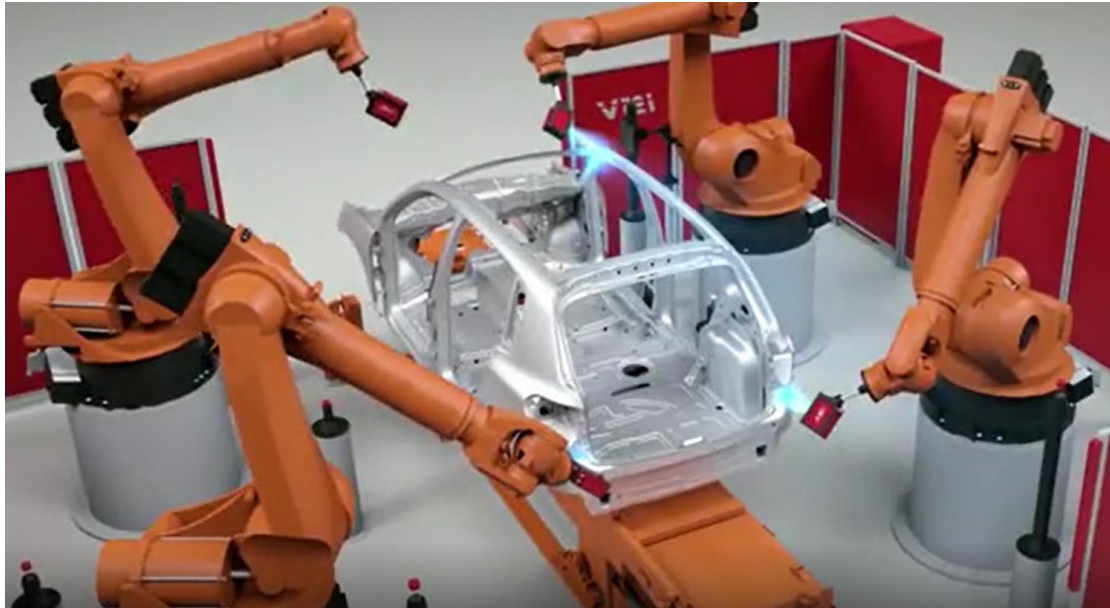


Figure 16 Lasermesssystem

Das Lasermesssystem kann die Montagearbeiten an der Tür unterstützen und die Qualitätsparameter der Montage in Echtzeit überwachen.

## 4. Bewertung und Vergleich

### 4.1 Bewertungsregeln

Die Gesamtbewertung für jedes Element beträgt 10 Punkte, und die Bewertungselemente sind alle positive Bewertungen. Die endgültige Bewertung jeder Variante wird als Bewertungsindex verwendet.

### 4.2 Bewertungsergebnis

In Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Produktionseffizienz, Flexibilität, Realisierungsschwierigkeit usw. ist das Folgende eine Vergleichstabelle:

<b>Eigenschaften</b>	<b>Variante 1</b>	<b>Variante 2</b>	<b>Variante 3</b>
Flexibilität	10	8	8
Produktionsraumnutzung	5	8	10
Produktivität	1	6	10
Erleichterte Installation	10	8	7
Verlässlichkeit	3	5	10
Genauigkeit	1	7	10
Strukturoptimierungsgrad	1	8	10
Wirtschaft	10	8	7
<b>Gesamtbewertung</b>	<b>51.25%</b>	<b>72.50%</b>	<b>90.00%</b>

Figure 17 Bewertungsergebnis

## 5. Die optimale Lösung

### 5.1 Analyse der Bewertungsergebnisse

Nach einer umfassenden Bewertung wurden die Bewertungsergebnisse in die obige Tabelle aufgenommen. Da beide Varianten 2 und 3 die Installation und Demontage komplexer mechanischer und elektronischer Geräte beinhalten, ist ihre Flexibilität etwas geringer als die der Variante 1.

Aufgrund der hochintegrierten Struktur von Variante 2 und Variante 3 ist die Raumnutzung von Variante 2 und Variante 3 viel höher als die von Variante 1, und Variante 3 weist den höchsten Integrationsgrad auf.

Es besteht kein Zweifel, dass die Produktionseffizienz von Variante 3 und Variante 2 Dutzende Male höher ist als die von Variante 1. In der modernen industriellen Produktion ist die Effizienz der Automatisierung bei weitem nicht mit der des Menschen vergleichbar. Gleichzeitig ist die manuelle Produktion in einigen Bereichen jedoch unverzichtbar.

Das elektronische Gerät der Variante 3 ist das komplizierteste, was die Schwierigkeit seiner Installation erhöht. Sobald die hochpräzisen elektronischen Geräte erfolgreich installiert sind, wird sie ein sehr zuverlässiges und hochpräzises Produktionswerkzeug sein.

Die Varianten 2 und 3 haben auch das Problem großer früher wirtschaftlicher Investitionen, aber wenn die Anzahl der Montageteile zunimmt, werden die Kosten schnell verwässert. In der industriellen Großproduktion ist dies kein großes Problem.

## 5.2 Auswahl spezifischer Varianten in der tatsächlichen Produktion

Der Anwendungsbereich von Variation 1 ist die Produktion in kleinem Maßstab, aber da die Montage von Autotüren keine häufige Anforderung für die Produktion in kleinem Maßstab ist, wird der praktische Anwendungsbereich von Variation 1 sehr begrenzt sein.

Variante 2 und Variante 3 verwenden dieselbe Organisationsstruktur. Wie die Anwendung von Variante 2 oder Variante 3 in der Produktionspraxis abgewogen wird, hängt hauptsächlich davon ab, ob die Nachfrage nach hochautomatisierter Produktion dringend ist. Für Produktionsanforderungen im großen Maßstab ist Variante 3 die beste Wahl.

## 5.3 Darstellung des Zusammenhangs in der Variante

Die Lösungsvariante 1 verwendet viel manuelle Arbeit, um die damit verbundenen Verbindungsarbeiten für den Produktionsprozess zu erledigen. Der Transport der Rohstoffe vom Transportbereich zum Produktionsbereich, die Verwaltung der Produktionswerkzeuge, die Positionierung und Prüfung während des Produktionsprozesses sowie der Transport nach der Verarbeitung erfolgen manuell mit Werksstaplern und elektrischen Hilfswerkzeugen.



Figure 18 Verwendt manuelle Arbeit, um das Werkstück zu transportieren



Figure 19 Manueller Inspektions- und Produktionsprozess

In der Lösungsvariante 2 ist es aufgrund der Aufrüstung der Transportlinie möglich, ein automatisiertes Werkstücktransportsystem einzuführen. Wie in der Abbildung gezeigt, handelt es sich um eine schematische Darstellung des Transports des Werkstücks (Körper in Weiß) zur Bearbeitungsstation in der Lösungsvariante 2.





Figure 20 Verwendt automatisierte Montagelinien, um zu verarbeitende Produkte zu transportieren

In Lösungsvariante 3 transportiert die in Lösungsvariante 2 verwendete automatisierte Förderlinie weiterhin zu verarbeitende Produkte und verarbeitete Produkte. Variante 2 erfordert jedoch weiterhin manuelle Zusammenarbeit und Anleitung, um die Türbaugruppe in die Roboterbefestigung einzubauen und sie in die voreingestellte Position der Baugruppe zu führen. Im Gegensatz zu Variante 2 ist Variante 3 mit einem hochpräzisen Bildverarbeitungssystem für Roboter ausgestattet. Der werksseitige Transport von Türkomponenten erfordert keine menschliche Beteiligung mehr. Der Roboter kann die Türkomponenten, die durch das Obermaterial zur Montagewerkstatt transportiert werden, halten und halten Förderband von selbst. In die voreingestellte Position der Baugruppe bringen.

Abbildung 21 zeigt diesen Vorgang.

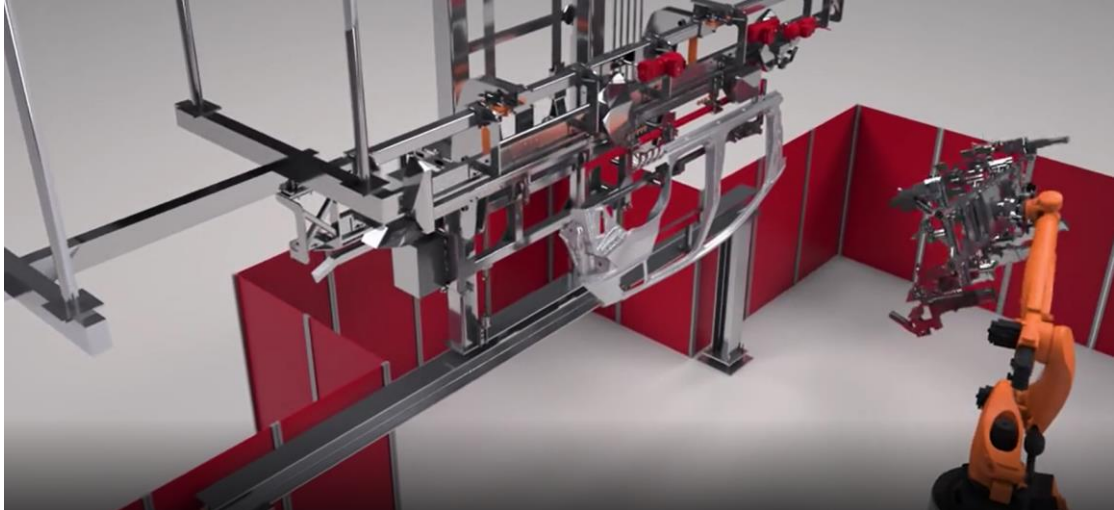


Figure 21 Der Roboter bereitet sich darauf vor, die Türbaugruppe durch das Sichtführungssystem zu klemmen

Obwohl die Verarbeitungsmethoden und organisatorischen Beziehungen in allen Lösungsvarianten unterschiedlich sind, müssen alle standardisierte Methoden des modernen Unternehmensmanagements einführen, um die Lagerung und Verwendung der zu verarbeitenden Türkomponenten und -teile (Türen) zu verwalten. In der Produktionspraxis von Unternehmen verwenden große Unternehmen im Allgemeinen die Produktionsmanagementlösungen von Unternehmen wie SAP, um die FEMA-Informationen und andere im Produktionsprozess generierte Elemente zu verwalten und zu koordinieren.

## 6. Zusammenfassung

Diese Abschlussarbeit schuf ein Konzept eines automatisierten Montagesystems für Autotüren und verwendete Industrieroboter und verschiedene unterstützende Technologien.

Durch die Erforschung der historischen Entwicklung, der Vor- und Nachteile der automatisierten Montagetechnologie in Kombination mit Produktionspraktiken in Unternehmen werden drei verschiedene Türmontagelösungen vorgeschlagen.

Durch Untersuchung der relevanten technischen Details der drei spezifischen Lösungsvarianten habe ich die drei Lösungsvarianten bewertet. Nach der Evaluierung habe ich basierend auf den Analyseergebnissen der Evaluierung geeignete Anwendungsszenarien für die Unternehmensproduktion für die drei Lösungsvarianten angepasst. Und erfolgreich Lösungen für die spezifischen Anforderungen in der tatsächlichen Produktion vorschlagen.

In der tatsächlichen Produktion gibt es keine perfekte Lösung, die mit allen Produktionsanforderungen kompatibel ist. Wir müssen Produktionswerkzeuge flexibel auswählen und spezifische Anwendungsvarianten entsprechend den spezifischen Produktionsanforderungen entwerfen.

## 7. Quellenangaben

- [1] Methods to improve assembly accuracy on robot automatic assembly lines by Xie Cunxi
- [2] Application of Robot Vision in Automatic Assembly Line by Zheng Shixiong
- [3] Robot automatic assembly control based on laser navigation by Tang Wei
- [4] Research on the key technology of self-lubricating automobile door hinge automatic assembly system by Zhang Bin
- [5]<https://baike.baidu.com/item/%E8%87%AA%E5%8A%A8%E5%8C%96%E8%A3%85%E9%85%8D/22026452?fr=aladdin>
- [6]<https://baike.baidu.com/item/%E8%87%AA%E5%8A%A8%E5%8C%96%E8%A3%85%E9%85%8D%E7%BA%BF/3031529?fr=aladdin>
- [7] Application of six-axis industrial robot in automatic assembly production line by Liu Wei
- [8] Research and Realization of Key Technologies of Knowledge-based Car Door Accessory Design System by Li Jianbo
- [9] [https://epub.cnki.net/vpn.xue338.com/kns/brief/default\\_result.aspx](https://epub.cnki.net/vpn.xue338.com/kns/brief/default_result.aspx)
- [10] [https://media.daa-pm.de/ufv\\_wirtschaftslexikon/Html/T/TUL-Prozesse.htm](https://media.daa-pm.de/ufv_wirtschaftslexikon/Html/T/TUL-Prozesse.htm)

## 8. Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Merseburg, am 30.04.2021

Unterschrift

---