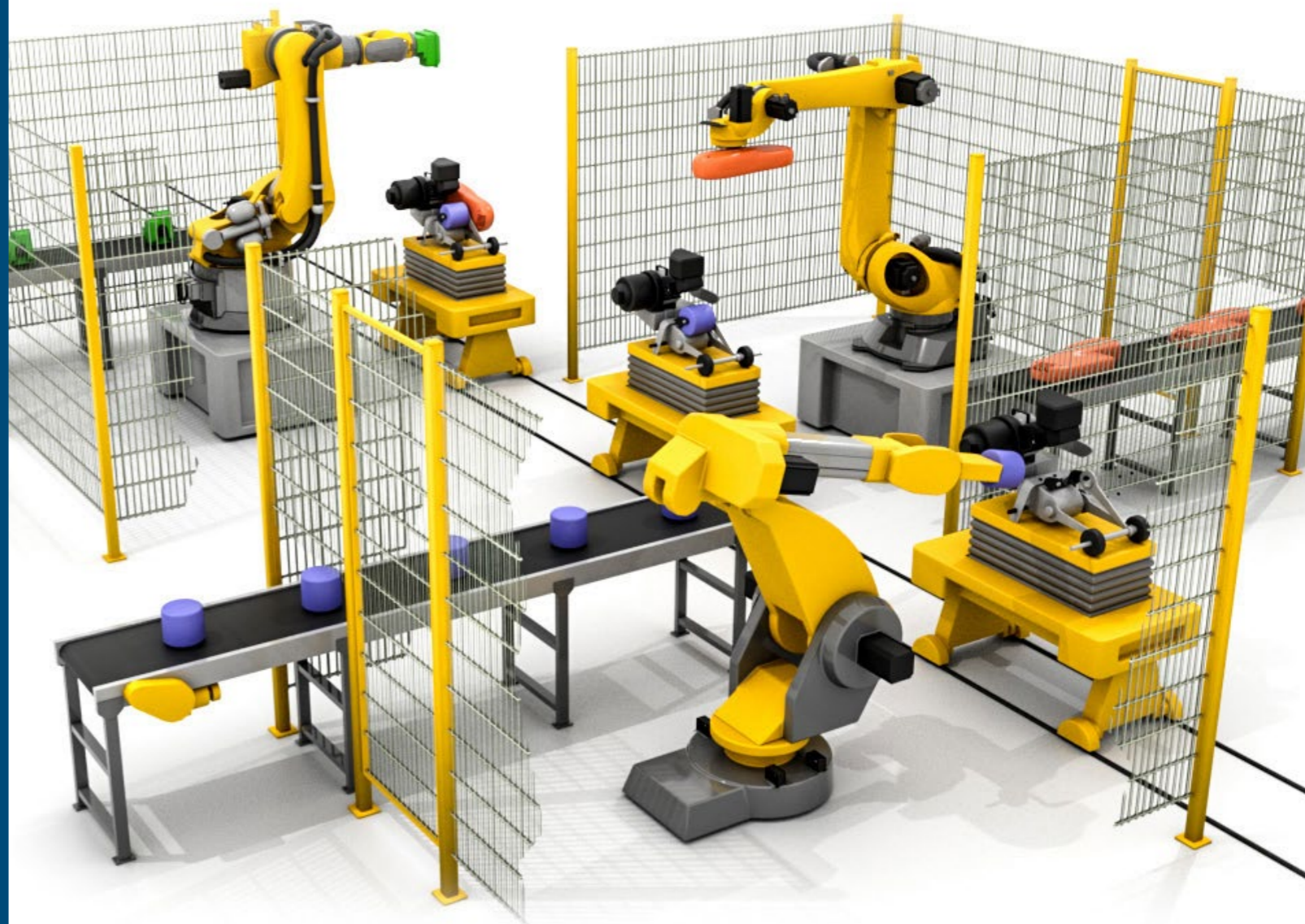


Montagesysteme

Übersicht klassischer und moderner Organisationsformen der Montage



 www.agiplan.de





Wechseln Sie hier
zwischen Vollbild-
und Fensteransicht

Hierüber kommen Sie wieder auf
das Inhaltsverzeichnis zurück

Herausgeber

agiplan GmbH
Kölner Straße 80-82
45481 Mülheim an der Ruhr
Tel.: +49 208 9925-0
info@agiplan.de
www.agiplan.de

Gestaltung / Layout / Abbildungen

agiplan GmbH

Weitere Informationen unter
www.agiplan.de



Copyright agiplan GmbH

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung der Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung, Mikroverfilmung, die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Medien sind ohne Zustimmung der Herausgeber nicht gestattet.

Inhalt

| | |
|---|----|
| Einleitung | 3 |
| Die industrielle Montage | 4 |
| Einsatzbereiche im Überblick | 8 |
| Systemauswahl und Dimensionierung | 9 |
| Logische Anordnung der Systeme | 10 |
| Übersicht der Montagesysteme | 11 |
| Unsere Leistungen und Ihr Ansprechpartner | 28 |

Einleitung

Von den ersten Manufakturen über die klassische Fließbandmontage bis hin zu modernen, hochkomplexen und modularen Anlagen: Die Wahl des richtigen Montagesystems ist seit jeher für den wirtschaftlichen Erfolg produzierender Unternehmen von essenzieller Bedeutung.

Die Montage stellt eine wichtige Zwischen- bzw. die letzte Stufe eines Herstellungsprozesses mit hoher Wertschöpfung dar. Auch wenn in vielen Bereichen der Produktion und Logistik die Automatisierung immer mehr Einzug hält, zählt die Montage oft zu den personalintensivsten Bereichen. Daher ist es vor dem Hintergrund kürzer werdender Produktlebenszyklen, steigender Varianten und individualisierter Produkte sowie dem globalen Wettbewerb umso wichtiger, Montagesysteme optimal zu planen und stetig zu optimieren.

Unser Digital Paper gibt Ihnen eine Übersicht über ausgewählte klassische und moderne industrielle Montagesysteme. Neben der Beschreibung charakteristischer Vor- und Nachteile erfolgt auch eine Einordnung, für welchen Anwendungsfall welches System am besten geeignet ist.

Wissen und Expertise aus mehr als 1.000 Fabrikplanungsprojekten

Wir wissen um die Bedeutung des richtigen Montagesystems und die damit verbundenen Potenziale. Aus jahrelanger Projekterfahrung setzen wir bewährte Methoden und Vorgehensweisen zur Planung ein: Ausgehend von der

Montageaufgabe erfolgt die Planung der Montageprozesse. Hierbei stehen u.a. eine strukturierte und ergonomische Arbeitsweise, optimale Bestände, minimale Transporte und damit maximale Wertschöpfung im Fokus.

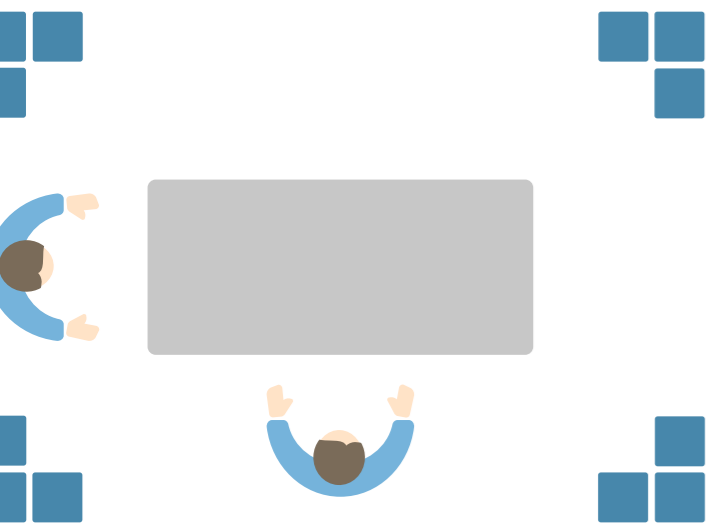
Haben wir Ihr Interesse geweckt?

Dann zögern Sie nicht, uns zu kontaktieren.

Ihr Ansprechpartner:



M.Sc. Jan Treptow, Senior Consultant bei agiplan



Die industrielle Montage

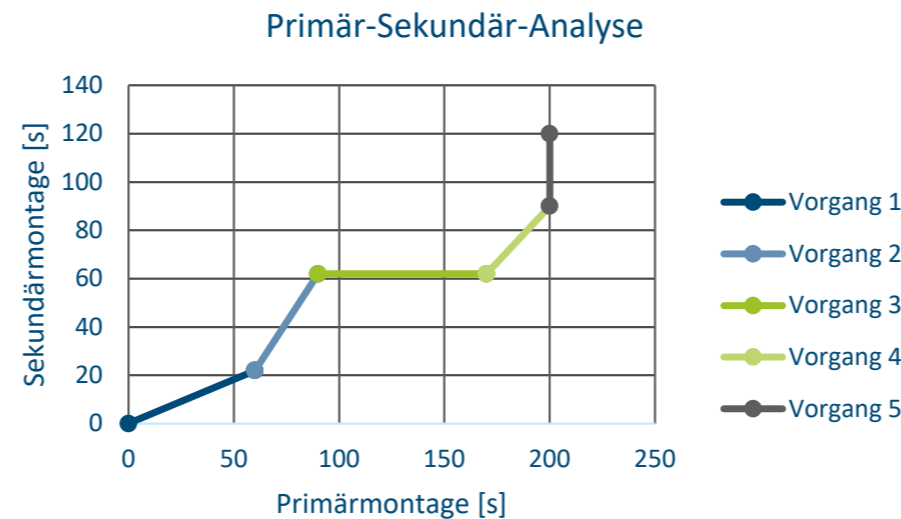
Der Begriff „Montage“ umfasst die Summe aller Tätigkeiten zum Zusammenbau von geometrisch bestimmten Bauteilen, Baugruppen oder auch fertigen Produkten, insbesondere durch Fügen, Handhaben, Kontrollieren – oder bestimmte Sonderoperationen, wie zum Beispiel das Entgraten von Teilen.

Die zur Erfüllung einer Montageaufgabe durchzuführende Abfolge von Teiloperationen wird in die sogenannte Primär- und Sekundärmontage unterteilt. Aus den Anteilen der Primärmontage an der Gesamtheit aller Montagetätigkeiten wird der Wirkungsgrad eines Montagesystems berechnet.

Die Primärmontage beschreibt alle wertschöpfenden Vorgänge, die der Montage, d.h. der physischen Veränderung eines Montageobjektes dienen sowie Zeit, Energie, Informationen und Teile bedürfen.

Die Sekundärmontage umfasst dagegen alle (Hilfs-) Tätigkeiten, die nicht unmittelbar der Wertschöpfung zugerechnet werden und keine Änderung am Objekt bewirken, aber ebenfalls Zeit-, Energie und Informationsaufwendungen erfordern.

Es ist ein generelles Ziel, die Primärmontage zu optimieren und gleichzeitig die Sekundärmontage zu reduzieren.



Im Allgemeinen unterscheidet man je nach Montageaufgabe in drei Stufen:

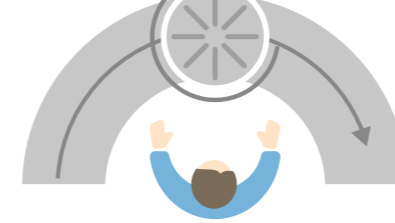
- **Die Vormontage:** (Das Montieren von Einzelteilen zu Baugruppen 1. Ordnung)
- **Die Zwischen-/Teilmontage(n):** Montieren von Baugruppen 1. Ordnung und ggf. Einzelteilen zu Baugruppen 2. bis n-ter Ordnung
- **Die Endmontage:** Montieren von Einzelteilen und Baugruppen aller Ordnungen zum fertigen Erzeugnis

Verschiedene Stufen werden gerade bei komplexen, modularen oder auch plattformbasierten Erzeugnissen benötigt oder auch bei der Aufteilung der Montage auf unterschiedliche (Stand-)Orte.

Durch die Montage vormontierter Baugruppen wird die Produktkomplexität verteilt, die Endmontage beschleunigt und zugleich das Fehlerpotenzial reduziert.

$$W_{MZ} = \frac{\sum t_{PM}}{\sum t_{PM} + \sum t_{SM}} \times 100\% = 62,5\%$$

Die Formel zeigt die Berechnung des Wirkungsgrads eines Montagesystems. Ebenso könnte auch zum Beispiel der Kostenfaktor als Bezugsgröße dienen.



Manuelle Systeme

In manuellen Montagesystemen werden sämtliche Montage-tätigkeiten durch den Menschen bzw. durch die von ihm händisch genutzten Hilfsmittel (Werkzeuge, Vorrichtungen etc.) ausgeführt. Seine Mitarbeit ist die bestimmende Größe hinsichtlich der Möglichkeiten und Grenzen des Montagesystems. Bestimmt wird die Mitarbeit durch die Qualifikation, die Selbstprüfung sowie die individuelle Leistungsentfaltung. Und auch die Arbeitsgestaltung und die Arbeitsumgebung unterliegen konkreten organisatorischen, technologischen und ergonomischen Anforderungen. Dazu zählen beispielsweise Licht, Lärm, Temperatur und Greifräume.

Durch den hohen Aufwand lohnt sich der Einsatz manueller Montagesysteme nur, wenn eine Automatisierung zu kostspielig, zu schwer oder nicht sinnvoll möglich ist. Vorteilhafter ist es in solchen Fällen oft, ein manuelles Montagesystem durch moderne arbeitswissenschaftliche Methoden zu optimieren anstatt es zu automatisieren.

Hybride Systeme

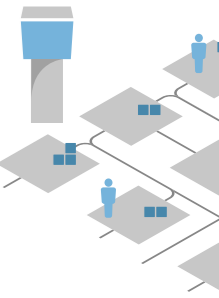
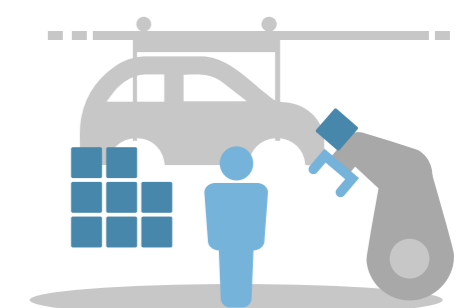
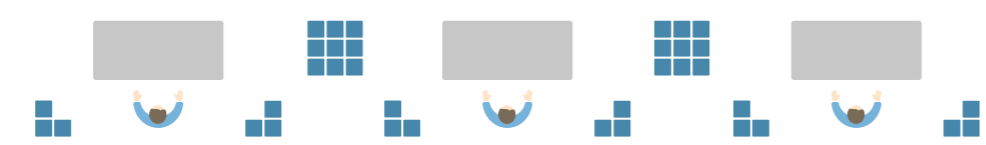
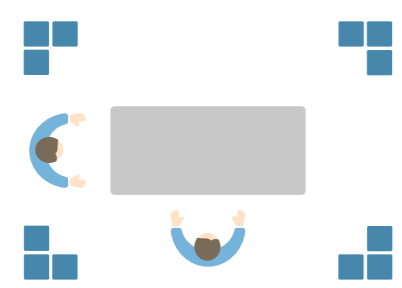
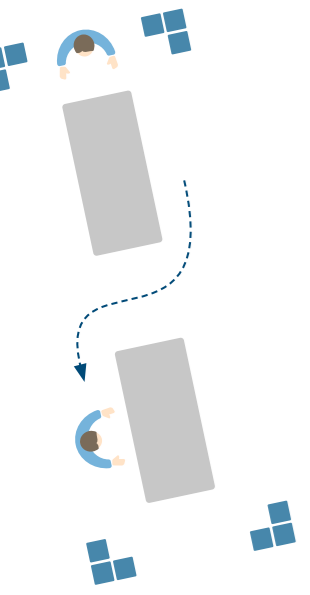
Hybride (teilautomatisierte) Montagesysteme sind eine Kombination von Automatikstationen und manuellen Arbeitsplätzen. Dabei übernimmt die manuelle Montage nicht oder nur aufwändig zu automatisierende Tätigkeiten, während sich die Automatisierung auf investitionsarme, sich oft wiederholende und leicht zu automatisierende Arbeitsschritte konzentriert. Dies können beispielsweise Transfer- und Handhabungsschritte sowie qualitätsbestimmende Füge- oder Prüfvorgänge sein, bei denen eine große (zeitliche) Entlastung des Mitarbeiters anfällt.

Grundlage für die Implementierung hybrider Montagesysteme ist die Identifikation der Montageschritte, die sich für eine Automatisierung eignen und eine manuelle Ausführung erfordern. **Gleichzeitig ist dieses System Ausgangspunkt für eine schrittweise Vollautomatisierung, wobei das Zusammenspiel von Mensch und Maschine entscheidend ist.** Es darf weder zu einer Beeinträchtigung des Mitarbeiters in seinem Ablauf noch zu einer Beeinträchtigung der Arbeitsweise der automatischen Einrichtung kommen. Wichtig ist es außerdem, alle Teilsysteme organisatorisch und prozessual abzustimmen, um Leer-, Warte- oder Stresszeiten zu vermeiden (z.B. Taktzeitharmonisierung, Entkopplungspuffer).

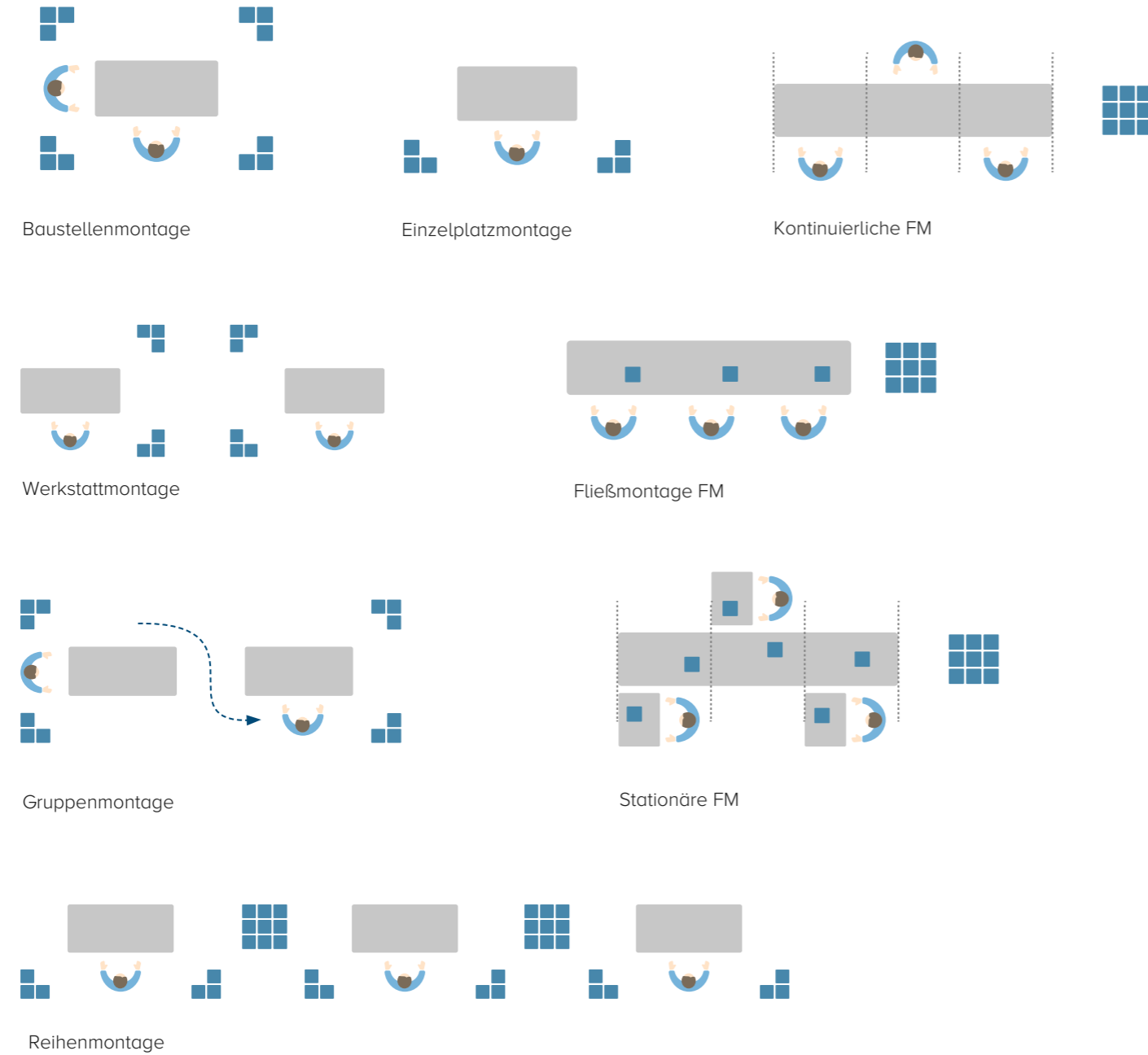
Automatische Systeme

Automatische Montagesysteme, beispielsweise Automaten oder Roboter, führen Montageaufgaben auf ihrem jeweiligen und der Aufgabe entsprechenden technischen Niveau aus. Hierfür ist eine optimale Abstimmung aller benötigten Füge-, Handhabungs-, Förder-, Mess- und Prüfsysteme nötig.

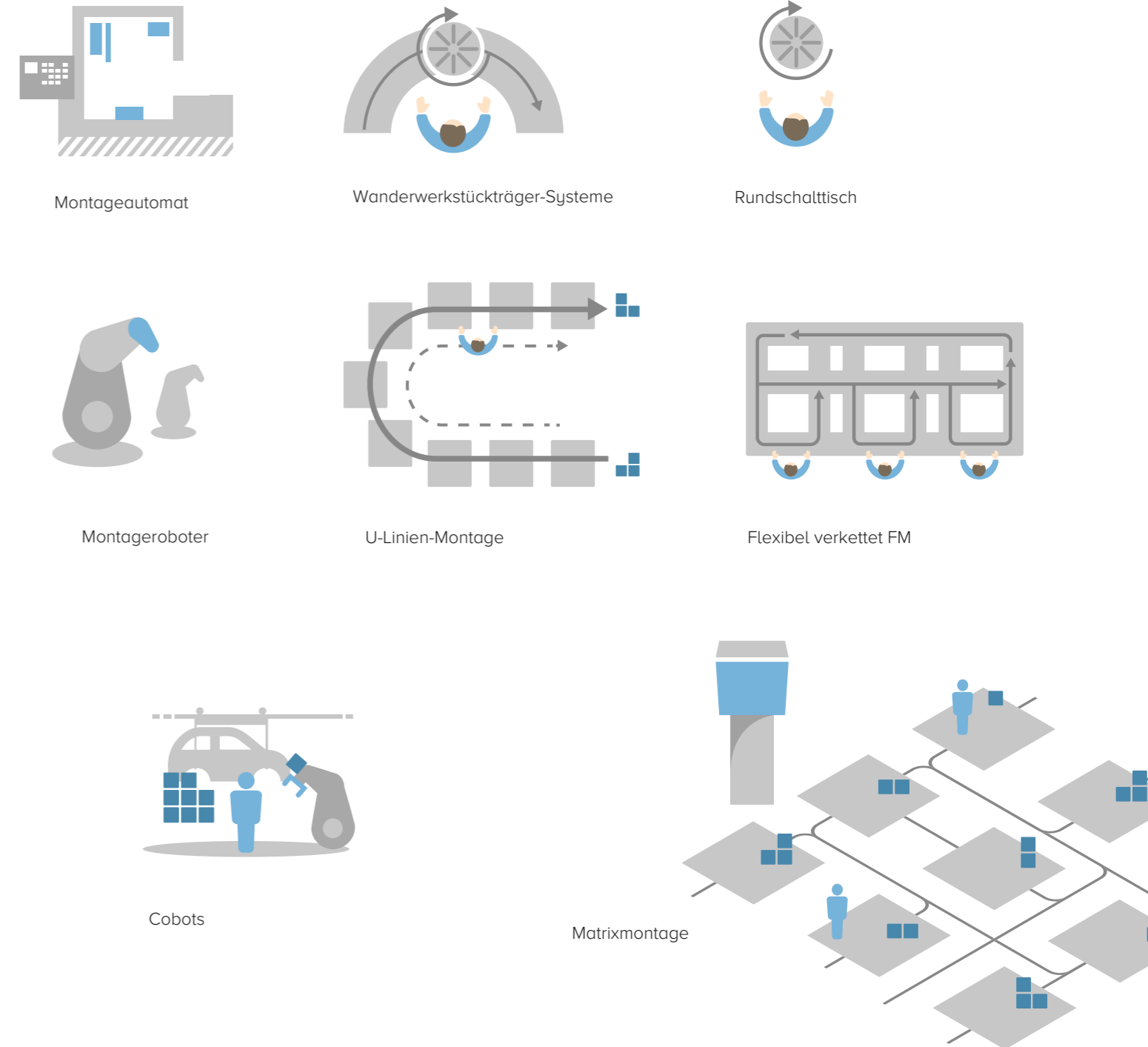
Automatische Montagesysteme verfügen über einen sehr gut zu überwachenden und zu steuernden Montageprozess mit hoher Reproduzierbarkeit der Qualität. **Ziel ist ein kontinuierlicher Arbeitsfluss ohne Unterbrechungen und damit eine effiziente Montage.** Dafür sind stabile vor- und nachgelagerte (unterstützende) Prozesse ebenso eine fundamentale Voraussetzung wie der Einsatz robuster Montagetechnologien und eine automatisierungsgerechte, konstruktive Gestaltung des Montageobjektes. Allerdings kann auch nicht jede Montageaufgabe (wirtschaftlich) automatisiert werden. Denn je nach Erzeugnis kann die Montage sehr komplex und kostenintensiv sein. Außerdem bedingt ein hoher Investitionsbedarf entsprechend hohe Stückzahlen und große Lose. Der Einsatz automatischer Montagesysteme bietet sich an, wenn der Mensch die Tätigkeit nicht (wirtschaftlich) durchführen kann (Genauigkeitsanforderungen) oder darf (Arbeitsschutz etc.).

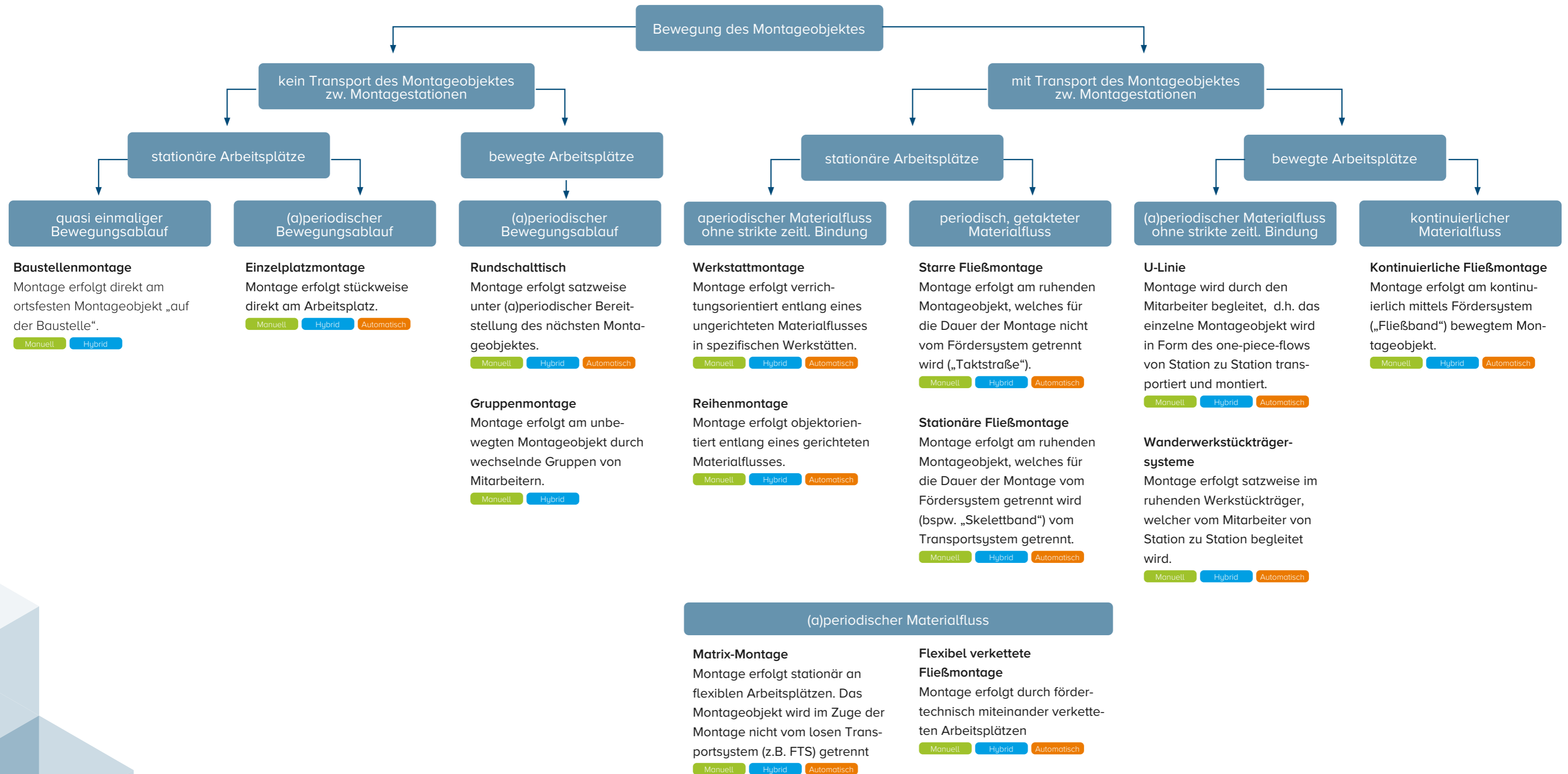


Klassische Systeme

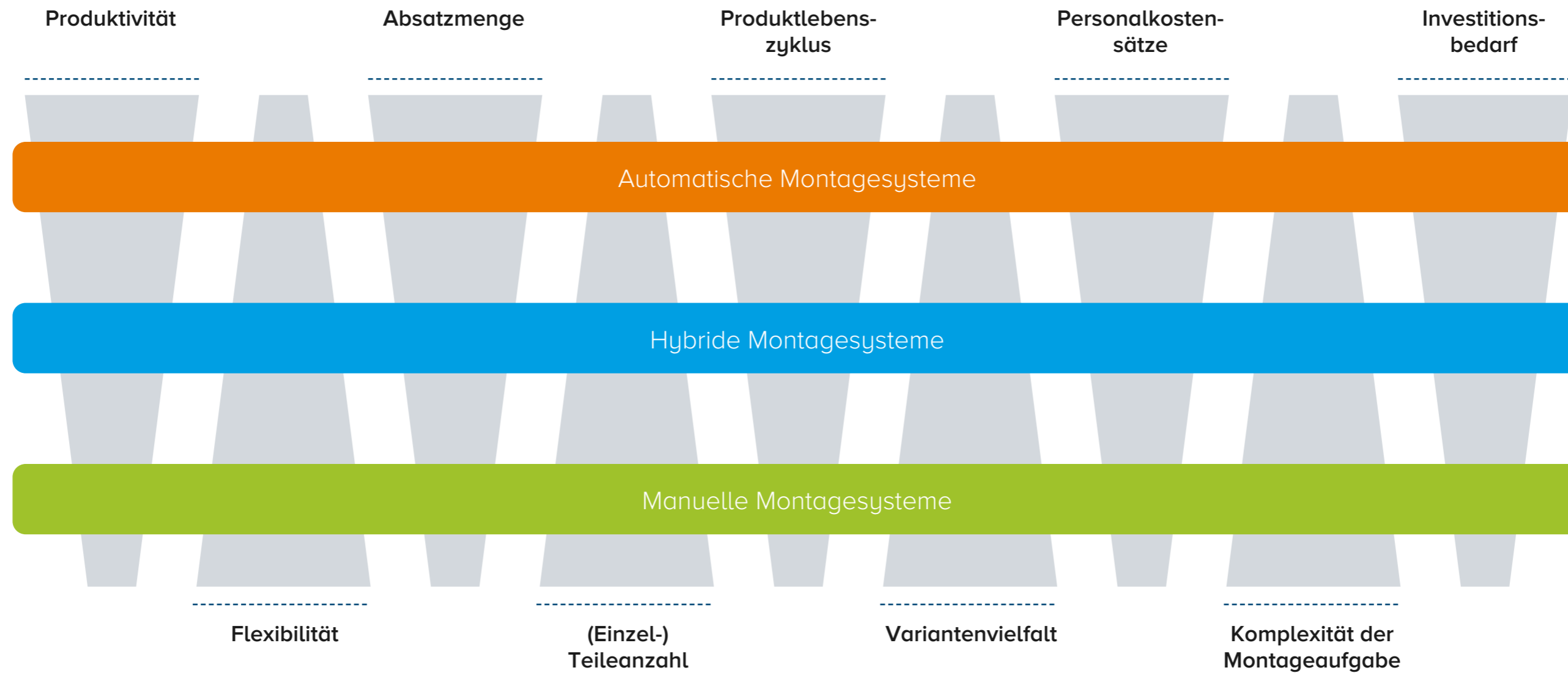


Moderne Systeme





Einsatzbereiche im Überblick



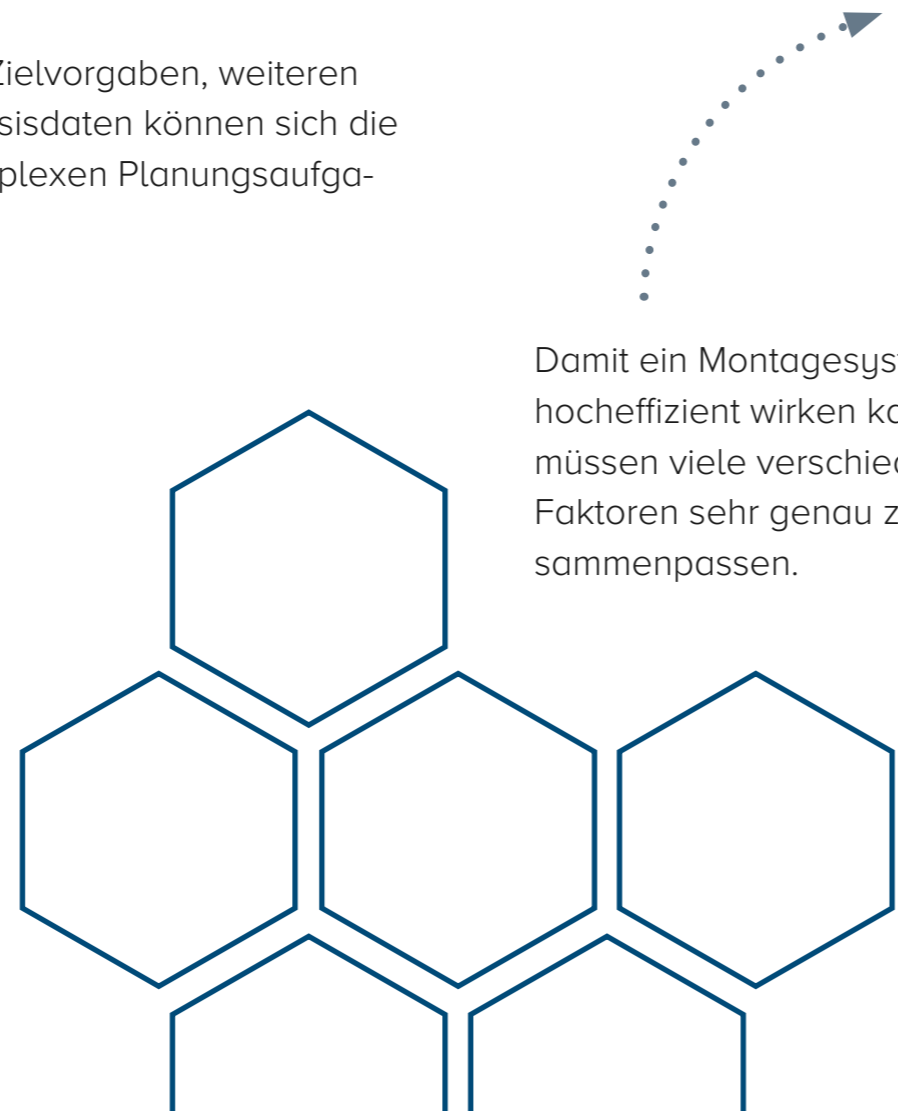
Quelle: In Anlehnung an REFA und LOTTER

Systemauswahl und Dimensionierung

Die Auswahl und Dimensionierung eines Montagesystems stellt einen interdisziplinären Schritt im Planungsprozess dar. Verschiedenste Aspekte insbesondere aus den Gestaltungsfeldern Organisation, Technik, Gebäude, Finanzen, Personal sowie Prozess müssen betrachtet und abgewogen werden.

Maßgeblich hierfür sind die Anforderungen und Bedingungen, die sich aus der zu erfüllenden Montageaufgabe ergeben.

In Kombination mit strategischen Zielvorgaben, weiteren Prämissen und den benötigten Basisdaten können sich die einzelnen Bausteine zu einer komplexen Planungsaufgabe zusammenfügen.



Damit ein Montagesystem hocheffizient wirken kann, müssen viele verschiedene Faktoren sehr genau zusammenpassen.

Gestaltungsfelder

Organisation

- › Projektierung
- › Montageaufgabe und Produktgestaltung
- › Mengen
- › Steuerung
- › Planung

Technik

- › Betriebs-/Hilfsmittel
- › Technisierungsgrad
- › Instandhaltung/Wartung
- › Verfügbarkeit
- › Peripherie inkl. IT

Gebäude

- › Kubatur
- › Beschaffenheit
- › Umgebung
- › TGA

Finanzen

- › Investitionen
- › Amortisierung
- › lfd. Kosten

Personal

- › Bedarf
- › Qualifikation
- › Anlernzeit
- › Arbeitsbedingungen
- › Arbeitssicherheit

Prozess

- › Prozessgestaltung
- › Prozessführung/-überwachung
- › Schnittstellen
- › vor-/nachgelagerte Prozesse insb. Materialbereitstellung

Logische Anordnung der Systeme

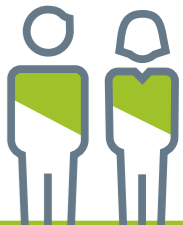
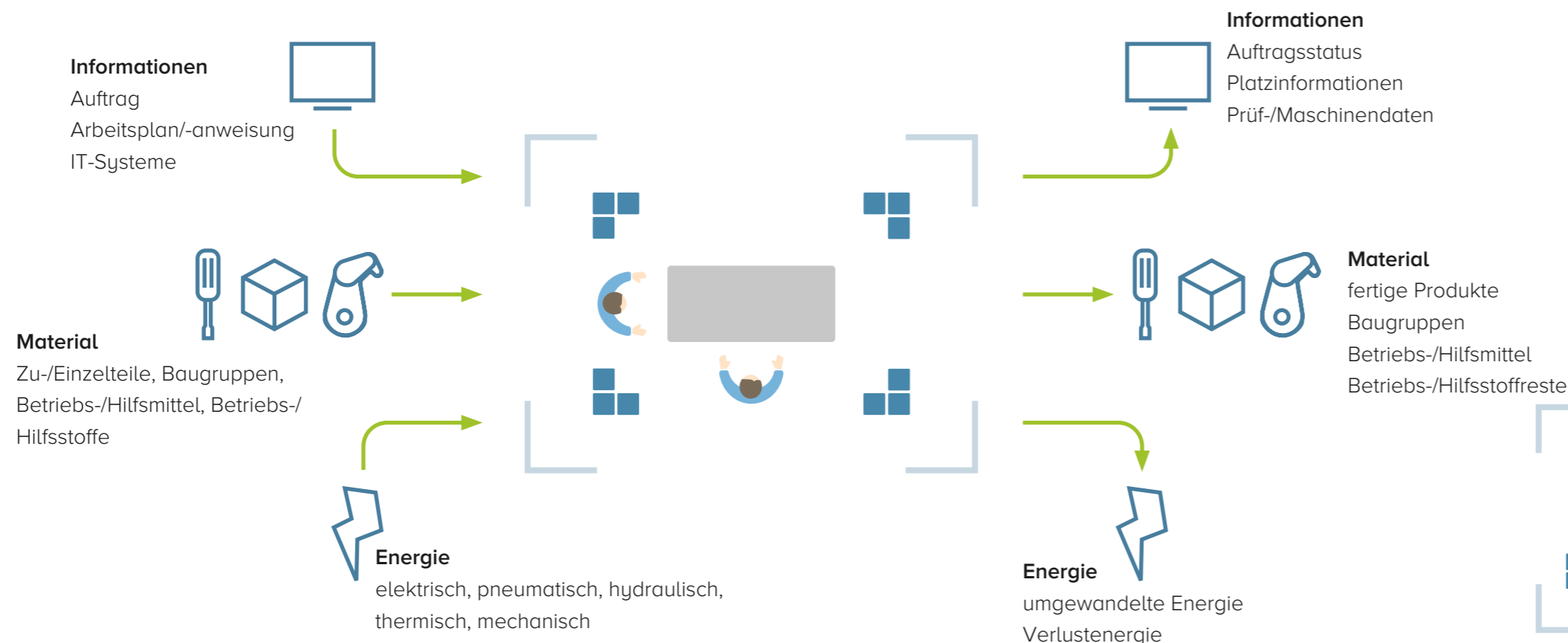
Ein Montagesystem bzw. die einzelnen Stationen sind untereinander sowie zu benachbarten Systemen material-, informations- und energietechnisch verbunden. Das Zusammenwirken und die logische Anordnung aller technischen Einrichtungen sind demnach maßgeblich für einen reibungslosen Montagevorgang.

Montageplätze oder -systeme können räumlich auf unterschiedliche Weisen angeordnet werden. Typische Anordnungen sind Einzelplätze, Zellen, Linienformen, U-Formen sowie Ringformen. Darüber hinaus können, oder bei Taktzwang müssen, einzelne Montagestationen miteinander verkettet werden. Hierdurch können Montageobjekte

mit oder ohne Werkstückträger, einzeln, als Teil-Los oder auch als ganzes Los zeitgleich oder unabhängig voneinander weitertransportiert werden.

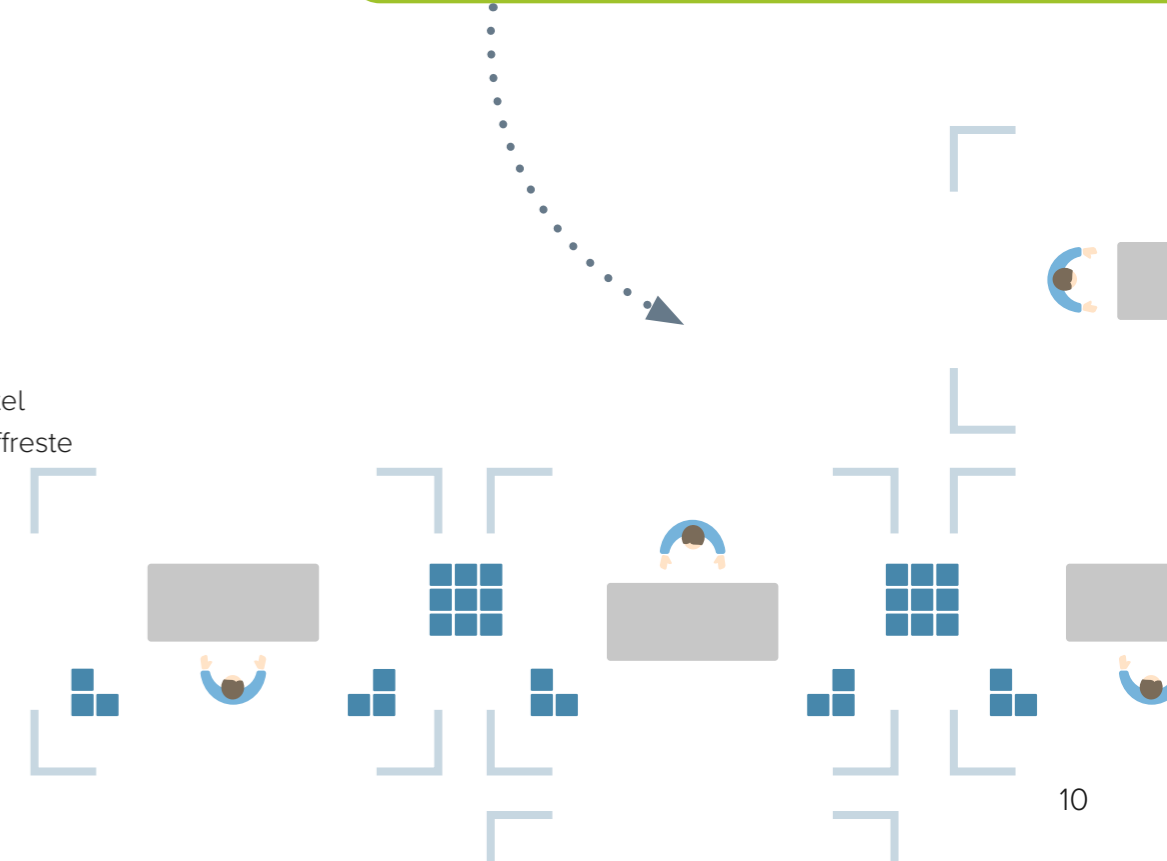
Einflussgrößen für die Auswahl der räumlichen Anordnung sowie der Verkettungsart sind vorrangig Montageaufgabe und Montageprozess (Arbeitsteilung, Automatisierungsgrad, Mehrmaschinenbedienung etc.).

Des Weiteren können Randbedingungen wie bspw. Flächenvorgaben oder die Anbindung an vor- und nachgelagerte Prozesse einen Einfluss auf die Anordnung und Verkettung haben.



Die Anordnung und Verkettung von Montagesystemen bieten auch im Bestand Optimierungspotenziale.

Gerne erörtern wir gemeinsam mit Ihnen vor Ort, wie Ihre Montagesysteme optimiert werden können.



Übersicht der Montagesysteme Steckbriefe

Auf den folgenden Seiten werden gängige Typen von Montagesystemen mit technischen Merkmalen, Vor- und Nachteilen und Einsatzgebieten beschrieben.



Steckbrief

Baustellenmontage



Manuell **Hybrid**

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Einzel- bis Kleinserienmontage |
| Anordnung | Baustellenprinzip |
| Montageort | stationäres Montageobjekt, stationärer Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | quasi einmaliger Ablauf |

Einsatz

- › Große, schwere oder auch einmalige Montageobjekte
- › Komplexe Montageaufgaben mit hohem Montageumfang
- › Wechselnde Montageinhalte, individuelle Anpassungen
- › Endmontage im Schwermaschinen-, Anlagen- und Schiffsbau

Vorteile

- + Hohe Flexibilität (Menge, Mitarbeiter, Arbeitsinhalte, Anordnung)
- + Einfache Erweiterbarkeit bzw. Umgestaltung
- + Hohe (Eigen-/Team-)Verantwortung und Identifikation mit dem Produkt

Nachteile

- Lange Durchlaufzeiten mit hohem Anteil an Sekundärzeiten
- Geringe Auslastung von Anlagen und Werkzeugen bei geringer Transparenz
- Hoher Platzbedarf (Zugänglichkeit, Materialbereitstellung)



Beschreibung

Die Montageaufgabe wird stufenweise arbeitsteilig komplett an einem stationären Platz der sog. „Baustelle“ erfüllt. Und zwar in der Regel durch Teamarbeit am gleichen Montageobjekt (auch eine Form der Gruppenmontage im weiteren Sinne). Hierbei sind beliebige, räumliche Anordnungen um das Montageobjekt herum möglich und es kommen mobile Montagehilfsmittel (Gerüste, Werkzeug etc.) zum Einsatz. Der Materialfluss ist zeitlich ungebunden, es besteht kein Taktzwang, wobei eine Abtaktung für einzelne Teilaufgaben prinzipiell möglich ist. Bei der Baustellenmontage wird das Material zur Baustelle transportiert, ein Transport des Montageobjektes im Rahmen der Montage bleibt aus.

Steckbrief

Gewöhnliche Einzelplatzmontage



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Einzel- bis Massenmontage |
| Anordnung | Einzelplatzprinzip |
| Montageort | stationäres Montageobjekt, stationärer Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | (a)periodischer Bewegungsablauf |

Einsatz

- > wechselnde Montageinhalte unterschiedlicher Montageobjekte
- > Überschaubare Montageaufgabe
- > Kleine bis mittlere Montageobjekte
- > Elektronikkomponenten, Maschinen und Kleingeräte

Vorteile

- + Hohe Flexibilität (Menge, Mitarbeiter, Arbeitsinhalte, Anordnung)
- + Einfache Erweiterbarkeit bzw. Umgestaltung bei geringem Invest
- + Störungen wirken sich nicht auf andere Einzelarbeitsplätze aus

Nachteile

- Platz/Ergonomie limitieren Umfang der Montageaufgaben
- Geringe Auslastung von Anlagen und Werkzeugen
- Mittlere bis hohe Mitarbeiterqualifikation erforderlich



Beschreibung

Es gibt keine Arbeitsteilung, das Objekt wird vollständig an einem einzelnen, autarken Arbeitsplatz montiert, wobei eine beliebige räumliche Anordnung möglich ist. Die Anzahl an Zuteilen und erforderlichem Werkzeug ist begrenzt. Der Materialfluss ist zeitlich ungebunden, es besteht kein Taktzwang, wobei eine Abtaktung prinzipiell möglich ist. Im Rahmen der Montage erfolgt kein Transport des Montageobjektes.

Steckbrief

Werkstattmontage



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Einzel- bis Kleinserienmontage |
| Anordnung | Verrichtungsprinzip |
| Montageort | bewegtes Montageobjekt stationärer Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | aperiodischer Materialfluss |

Einsatz

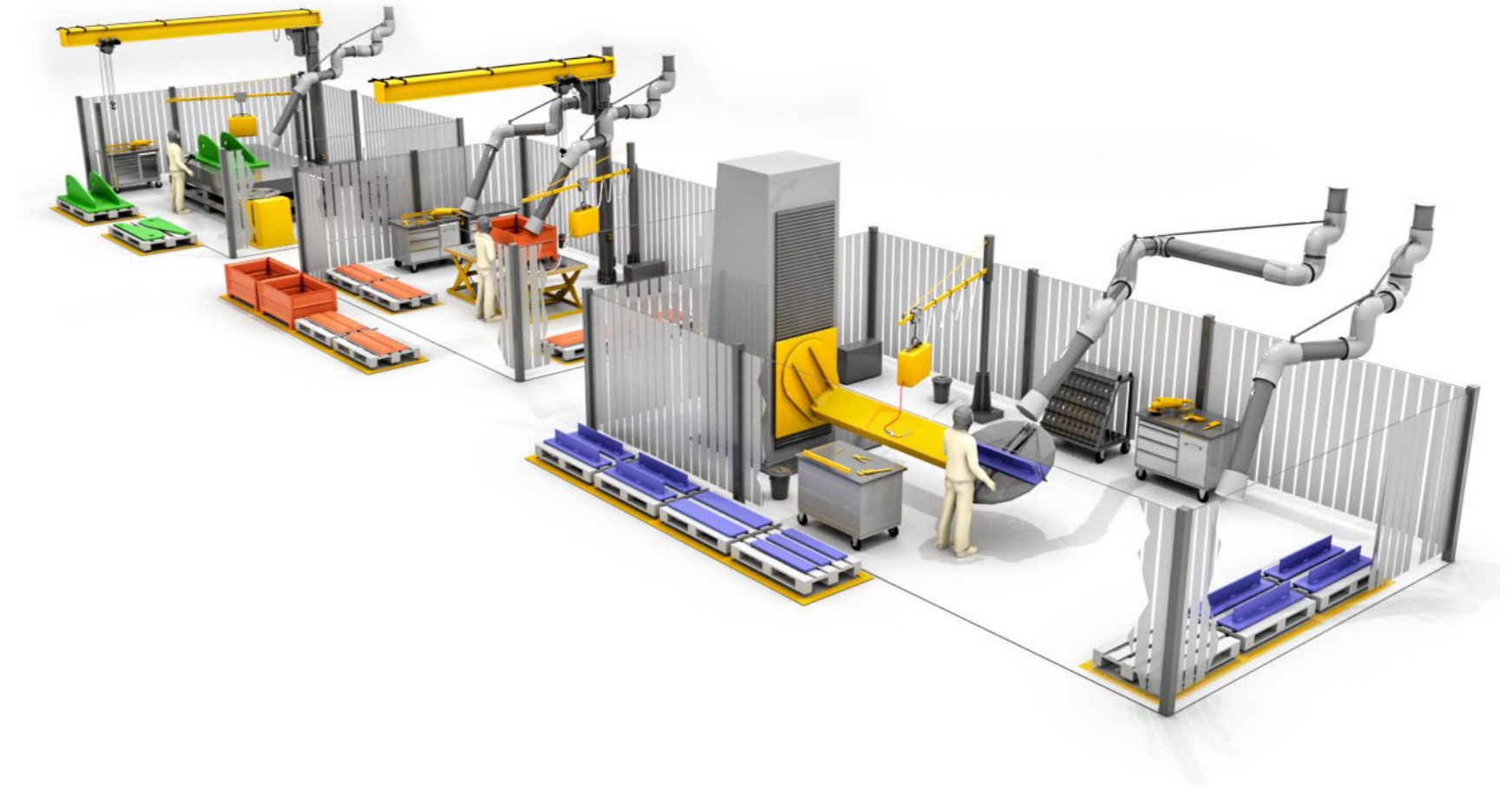
- › Große, schwere Montageobjekte
- › Einfachere Montageaufgaben, die ggf. eine spez. Technologie erfordern
- › Wechselnde Montageinhalte, individuelle Anpassungen
- › Schweißerei

Vorteile

- + Hohe Flexibilität (Menge, Mitarbeiter, Arbeitsinhalte, Anordnung)
- + Spezialisierung auf bestimmte Technologien
- + Störungen wirken sich nicht auf andere Werkstätten/Plätze aus

Nachteile

- Lange Durchlaufzeiten mit sehr hohem Transportaufwand
- Erschwerte Steuerbarkeit, geringe Übersichtlichkeit
- Hoher Platzbedarf



Beschreibung

Die Montageaufgabe wird auf mehrere spezialisierte Werkstätten aufgeteilt oder in einer Werkstatt erfüllt.

Die räumliche Anordnung der Arbeitsplätze erfolgt nach dem Verrichtungsprinzip: Identische Montageverfahren bzw. eingesetzte Montagetechnologien in einer Werkstatt mit universellen Betriebsmitteln werden konzentriert. Das Montageobjekt wird in jeder Werkstatt mit unterschiedlichen Montageverfahren sukzessive weiter zusammengesetzt. Der Materialfluss ist zeitlich ungebunden, es besteht kein Taktzwang. Das Montageobjekt kann entsprechend seiner Bearbeitungsfolge flexibel weitergegeben werden.

Steckbrief

Gruppenmontage



Manuell Hybrid

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Kleinserienmontage |
| Anordnung | Gruppenprinzip |
| Montageort | stationäres Montageobjekt bewegter Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | (a)periodischer Bewegungsablauf |

Einsatz

- > Kleinere bis große Montageobjekte
- > Mittlere Komplexität der Montageaufgabe
- > Wechselnde Montageinhalte, individuelle Anpassungen
- > Montage von Elektrogroßgeräten und Werkzeugmaschinen

Vorteile

- + Hohe Flexibilität (Menge, Mitarbeiter, Arbeitsinhalte, Anordnung)
- + Einsatz spezialisierter Monteure abgestimmt auf den jeweiligen Arbeitsschritt
- + Einfache Erweiterbarkeit bzw. Umgestaltung

Nachteile

- Mittlere bis lange Durchlaufzeit mit erhöhtem Anteil an Sekundärzeiten
- Störungen wirken sich auf den Ablauf an anderen Plätzen aus
- Geringe Auslastung von Anlagen und Werkzeugen



Beschreibung

Die Montageaufgabe wird in mehrere Teilaufgaben aufgeteilt. Die Erfüllung der einzelnen Teilaufgaben erfolgt am jeweiligen Montageobjekt durch wechselnde (spezialisierte) Gruppen von Montagepersonal und sukzessives stationäres Fertigmontieren. In der Regel ist der Materialfluss zeitlich ungebunden, da eine Unterteilung in Arbeitsschritte mit zeitlich gleichen Arbeitsinhalten oft schwierig ist. Das Montageobjekt wird im Rahmen der Montage nicht transportiert, benötigtes Material wird von Montageplatz zu Montageplatz transportiert bzw. – ebenso wie mobile Montagehilfsmittel (Gerüste, Werkzeug, etc.) bereitgestellt. Es sind beliebige Bearbeitungsreihenfolgen abbildbar.

Steckbrief

Reihenmontage



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Mittel- bis Großserienmontage |
| Anordnung | Reihenprinzip |
| Montageort | bewegtes Montageobjekt stationärer Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | aperiodischer Materialfluss |

Einsatz

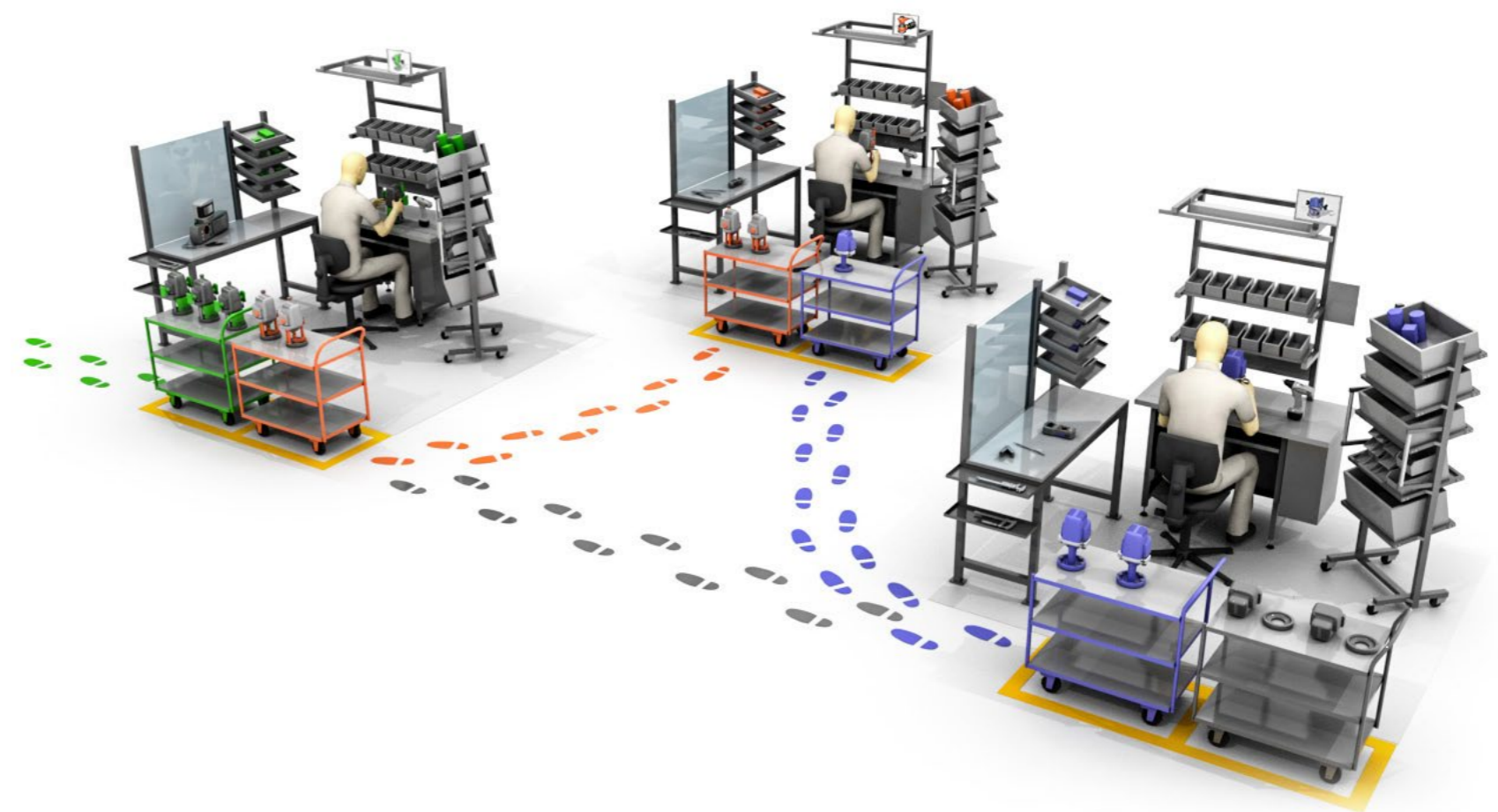
- > Kleine bis mittlere Montageobjekte
- > Wechselnde Montageaufgabe niedriger/mittlerer Komplexität
- > schwer zu nivellierende Montageinhalte
- > „Füttern“ von (teuren) Engpassanlagen, Vorserien

Vorteile

- + Flexibilität (Menge, Mitarbeiter, Arbeitsinhalte, Layout/Anordnung)
- + Puffer kann kleinere Störungen im Gesamtprozess kompensieren
- + Geringe MA-Qualifikation erforderlich

Nachteile

- Lange Durchlaufzeiten, hohe Kapitalbindung (Puffer)
- Hoher, nicht wertschöpfender Transportanteil mit doppeltem Handling
- geringe Verantwortung/Identifikation mit dem Produkt (nur Teil-Montage)



Beschreibung

Die Montageaufgabe ist auf mehrere, voneinander entkoppelte Einzelarbeitsplätze mit geringem Arbeitsinhalt aufgeteilt, der Materialfluss ist ungebunden, es besteht kein Taktzwang. Die Montageinhalte je Platz sind in gewissen Grenzen flexibel, einzelne Arbeitsstationen können ausgelassen bzw. übersprungen werden (z.B. aufgrund unterschiedlicher Montagereihenfolgen/Varianten). Zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen gibt es Entkopplungspuffer. Der Transport des Arbeitsvorrates (Kisten, Boxen etc.) erfolgt von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz („one-box-flow“).

Steckbrief

Starre Fließmontage



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Großserien- bis Massenmontage |
| Anordnung | Flussprinzip |
| Montageort | bewegtes Montageobjekt stationärer Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | periodisch, getakteter Materialfluss |

Einsatz

- › Kleine bis große Montageobjekte (Werkstückträger)
- › Langfristig gleichbleibende einfache oder komplexe Montageaufgaben
- › Arbeitsinhalte lassen sich zeitlich gleichmäßig aufteilen
- › Lagerproduktion, großindustrielle Produktion

Vorteile

- + Geringe Bestände/geringe Kapitalbindung
- + kurze Durchlaufzeiten bei hoher Auslastung der Betriebsmittel/Mitarbeiter
- + Transparenter Materialfluss, gute Steuerbarkeit

Nachteile

- Eingeschränkte Flexibilität (Montage speziell abgestimmt auf Produkt)
- Robuste Prozesse und eine Form des Taktausgleiches erforderlich, sonst entstehen Wartezeiten und Ungleichgewichte
- Einzelne Störungen wirken sich auf das gesamte Montagesystem aus



Beschreibung

Die Montageaufgabe ist auf mehrere Stationen aufgeteilt. Es gibt einzelne Montageschritte mit geringem Arbeitsinhalt je Station, die Stationen sind entsprechend der Montagereihenfolge in Flussrichtung angeordnet. Eine zeitliche Abstimmung/Taktung zwischen den einzelnen Stationen ist nötig und es gibt keine Pufferung von Material, sondern eine starre Verkettung der Montageplätze. Das Montageobjekt wird durchgängig und über alle Stationen synchronisiert und taktbezogen weitergegeben („multipiece-flow“): manuell, mit oder ohne Werkstückträger oder auch automatisch als sogenannte „Taktstraßenmontage“.

Steckbrief

Kontinuierliche Fließmontage



Manuell Hybrid **Automatisch**

| | |
|----------------------|---|
| Fertigungsart | Großserien- bis Massenmontage |
| Anordnung | Flussprinzip |
| Montageort | bewegtes Montageobjekt bewegter Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | kontinuierlicher Materialfluss |

Einsatz

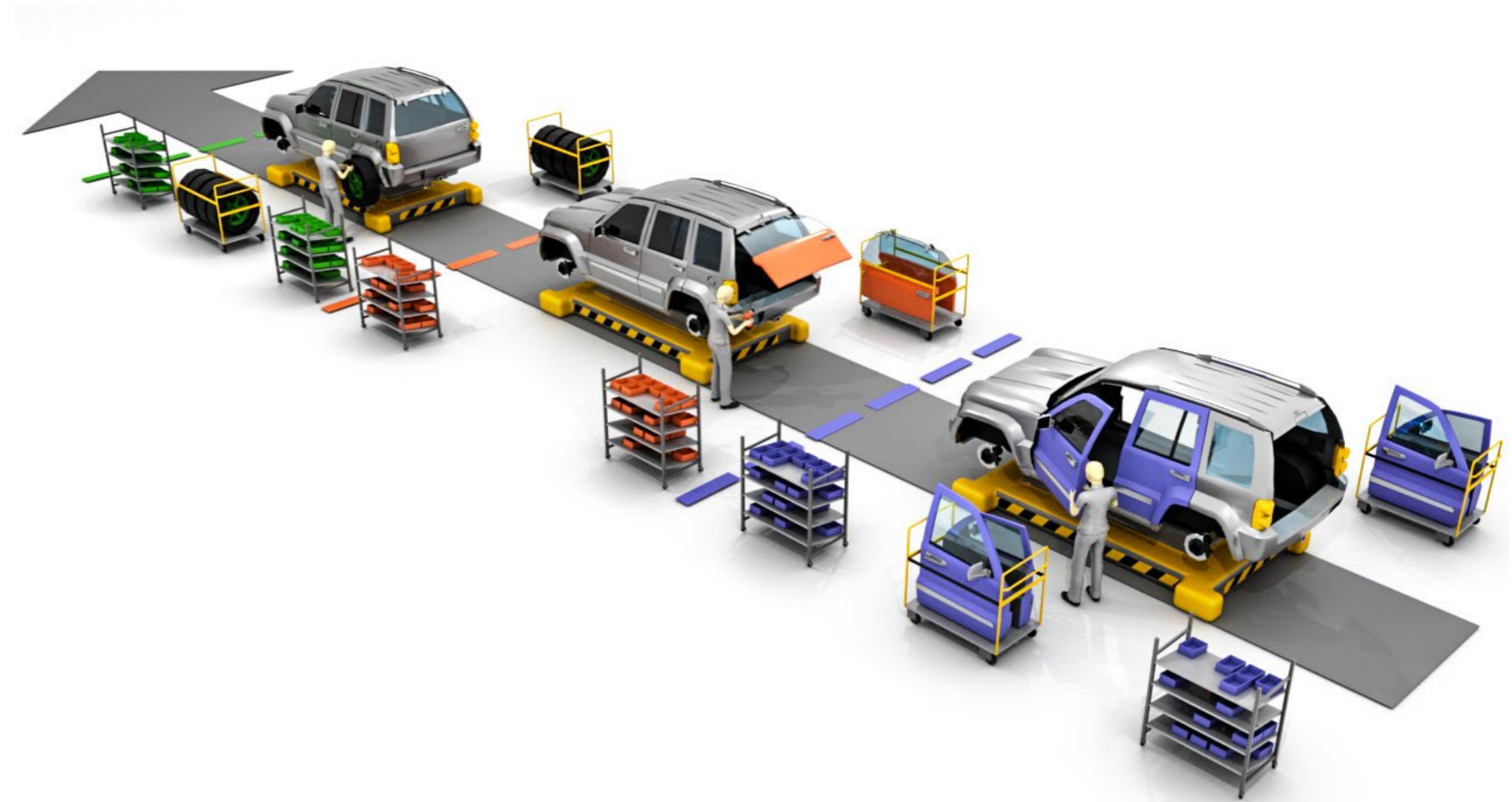
- › Kleine bis große Montageobjekte (Werkstückträger)
- › Langfristig gleichbleibende einfache oder komplexe Montageaufgaben
- › Arbeitsinhalte lassen sich zeitlich gleichmäßig aufteilen
- › Lagerproduktion, großindustrielle Produktion

Vorteile

- + Sehr geringe Bestände/sehr geringe Kapitalbindung
- + Sehr kurze Durchlaufzeiten
- + Sehr hohe Auslastung für Mitarbeiter und Betriebsmittel erzielbar

Nachteile

- Robuste Prozesse mit hoher Anlagenverfügbarkeit erforderlich
- Sehr hoher Umstellungsaufwand bei Produkt-/Prozessänderungen
- Sehr hohe Investitionen



Beschreibung

Die Montageaufgabe ist kleingliedrig auf mehrere Stationen aufgeteilt. Die Montage erfolgt am automatisch kontinuierlich bewegten Montageobjekt mit kooperativem Charakter (bspw. Fließband, FTS, Fördertechnik). Es gibt bewegte Arbeitsplätze in Form von Bereichen entsprechend der Montagereihenfolge in Flussrichtung der Montageobjekte. Das Montageobjekt durchläuft ohne Unterbrechung alle in Flussrichtung angeordneten Montageplätze (feste Verkettung). Die Ausführungszeit wird durch die Zeit-Weg-Beziehung des Montageobjektes bestimmt: Längere Abschnitte bedeuten längere „Takte“ zur Erfüllung der Montageteil-aufgabe, mehr Montagepersonal je Abschnitt auch einsetzbar.

Steckbrief

Stationäre Fließmontage



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Mittel- bis Großserienmontage |
| Anordnung | Flussprinzip |
| Montageort | bewegtes Montageobjekt stationärer Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | getakteter, periodischer Materialfluss |

Einsatz

- › Kleine bis große Montageobjekte (Werkstückträger)
- › Langfristig gleichbleibende einfache oder komplexe Montageaufgaben
- › Lagerproduktion, Automobilbranche, Fließbandarbeit

Vorteile

- ⊕ Transparenter Materialfluss: einfache Identifikation von Engpässen
- ⊕ Bei optimaler Ausstattung können hohe Auslastungen für Betriebsmittel und Mitarbeiter erreicht werden
- ⊕ In gewissen Grenzen flexibel hinsichtl. Mengen und Arbeitsinhalte

Nachteile

- ⊖ Gestaltungsmöglichkeiten durch Fördersystem eingeschränkt
- ⊖ Hoher Sekundäraufwand: Aufnehmen, Ausrichten, Ablegen
- ⊖ Bei Abtaktung: stellenweise schwierige Realisierung des Taktausgleichs



Beschreibung

Die Montageaufgabe ist auf mehrere Stationen aufgeteilt. Die Montage erfolgt stationär am Montageplatz: Für die Dauer der Montage gibt es eine Trennung des Montageobjektes vom Fördersystem. Die einzelnen Montagestationen haben zwar einen fest definierten Arbeitsinhalt, allerdings sind sie zeitlich voneinander entkoppelt. Eine Taktung nach Transportzeit (Bandtaktung) oder Arbeitsinhalt (Arbeitstakt) ist möglich. Je nach Ausgestaltungsform können sich zwischen den Stationen kleine Arbeitspuffer bilden. Unterschieden wird zwischen einer gerichteten (z.B. als Skelettbandmontage oder Stoßbandmontage) und einer flexiblen (siehe flexibel verkettetes Montagesystem) Montage.

Steckbrief

Wanderwerkstückträger-Systeme



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|---|
| Fertigungsart | Klein- bis Mittelserienmontage |
| Anordnung | Flussprinzip |
| Montageort | bewegtes Montageobjekt bewegter Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | aperiodischer Materialfluss |

Einsatz

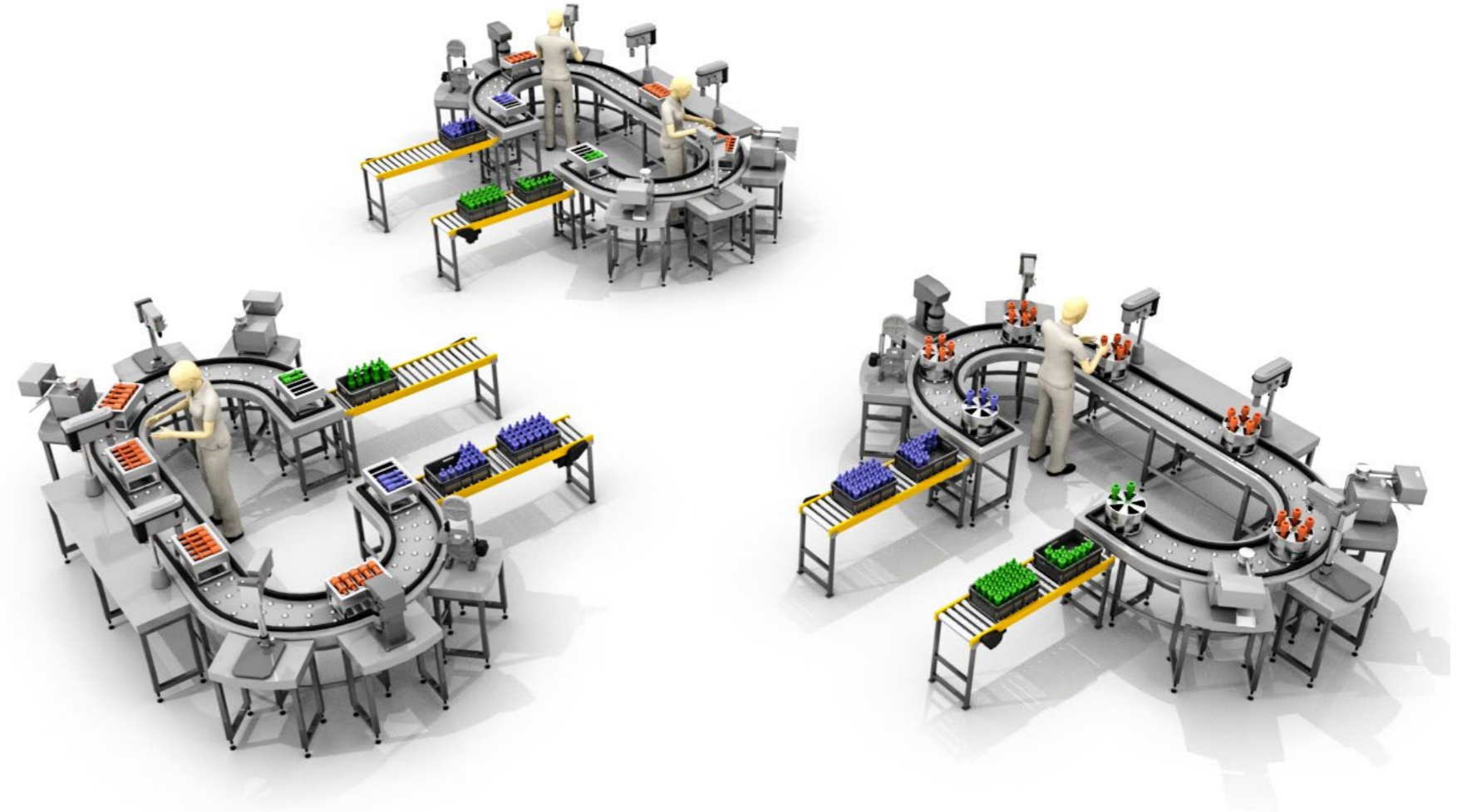
- Eher kleinere Montageobjekte (Werkstückträger/Set-Träger)
- Leicht schwankende Stückzahlen und Montageinhalte mit langer Vorbereitungszeit oder häufigem Werkzeugeinsatz
- mechanische Komponentenmontage

Vorteile

- ⊕ Hohe Mitarbeiterauslastung und Identifikation mit der Montageaufgabe
- ⊕ Geringe Durchlaufzeit bei sehr kurzen Transportwegen
- ⊕ Sehr gute Steuerbarkeit, sehr gute Übersichtlichkeit

Nachteile

- ⊖ Hohe Mitarbeiterqualifikation (Anlernzeiten) erforderlich
- ⊖ Werkstückträger muss auf Werkstücke und das Transportsystem (individuell) angepasst und entwickelt werden
- ⊖ Kleinere Störungen führen zum Stillstand des gesamten Systems



Beschreibung

Es gibt eine einzelne oder satzweise Komplettmontage im System. Die Montageaufgabe wird auf mehrere definierte Stationen (Haltepositionen des Werkstückträgers) aufgeteilt. Die einzelnen Stationen sind entsprechend der Montagereihenfolge z.B. in U-Form oder als Halbkreis angeordnet. Je Werkstückträger (z.B. Drehteller, Set-Träger) gibt es mehrere Montagesysteme. Der Werkstückträger wird durch den Mitarbeiter von einer Station zur nächsten Station geschoben („Wandern“). Die Hauptmontagefolge ist fest definiert, allerdings gibt es die Möglichkeit zum Überspringen einzelner Stationen.

Steckbrief

Rundschalttische



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|---|
| Fertigungsart | Mittelserienmontage |
| Anordnung | Einzelplatzprinzip |
| Montageort | stationäres Montageobjekt stationärer Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | (a)periodischer Bewegungsablauf |

Einsatz

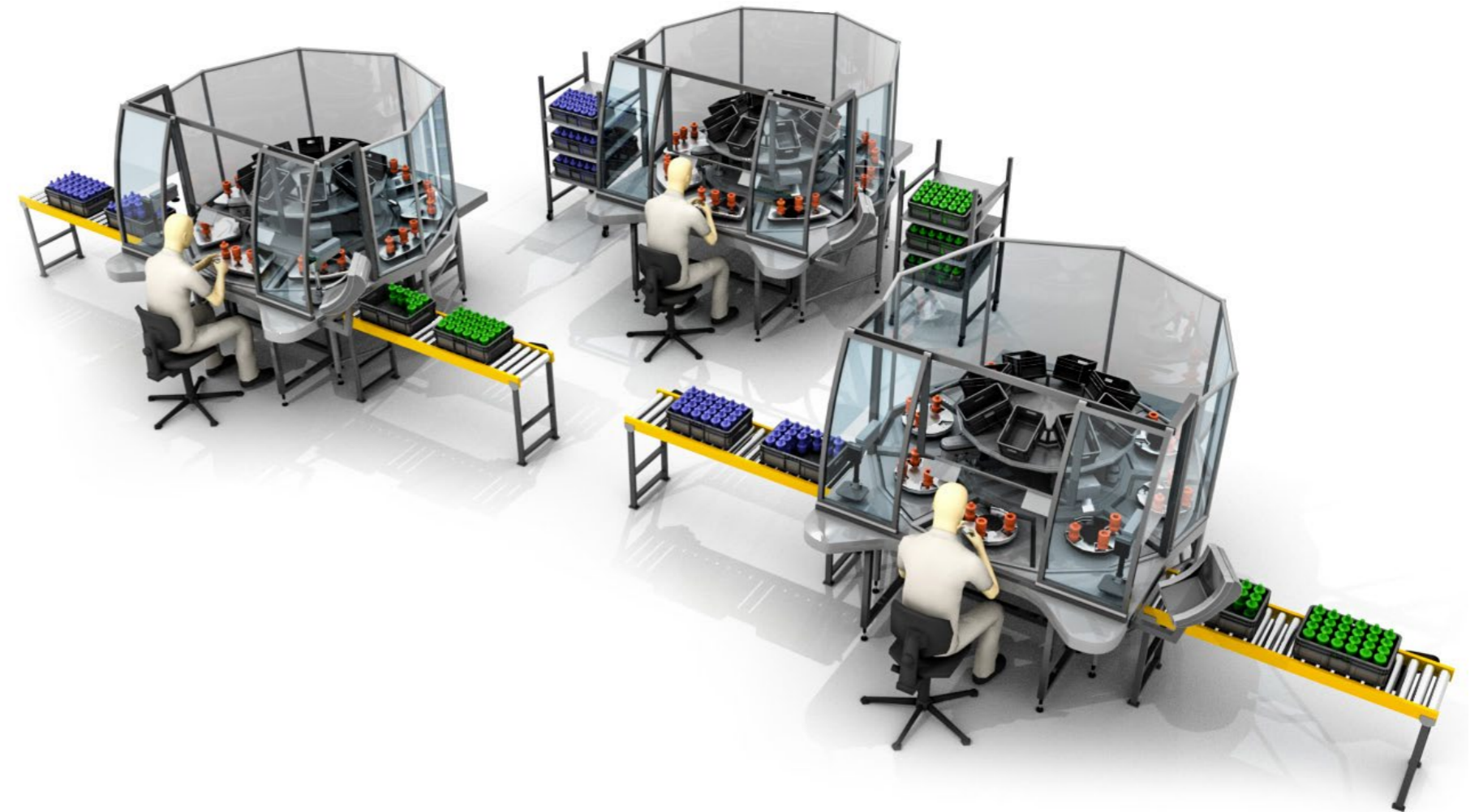
- › Kleine Montageobjekte mit begrenzter Anzahl an Zuteilen
- › Gleichbleibende Montageaufgabe mit nur geringen Abweichungen hinsichtlich Prozesstechnik und Reihenfolge
- › Bestückung von Baugruppen

Vorteile

- + Hohe Mitarbeiterauslastung und Identifikation mit der Montageaufgabe
- + Geringe Durchlaufzeit, keine Transportzeiten
- + Sehr gute Steuerbarkeit, sehr gute Übersichtlichkeit

Nachteile

- Äußerst begrenzter Platz zur Materialbereitstellung
- Hoher Invest für den Rundschalttisch und spezifische Werkstückträger
- Auslastung der Anlagen/Werkzeuge bei rein manuellen Aufgaben gering, da sie nur im jeweiligen Arbeitsschritt verwendet werden können



Beschreibung

Es gibt eine satzweise Komplettmontage der Montageobjekte an einem einzelnen Rundtisch. Die Montageaufgabe wird auf mehrere Takte und die Bearbeitung eines Teils pro Takt (manuell und/oder hybrid) aufgeteilt – bei einer festen, sicheren Einhaltung der Montagereihenfolge. Pro Takt wird ein Objekt bearbeitet und anschließend die Drehung um eine Werkstückaufnahme ausgelöst. Die Montagearbeitsplätze sind einzeln und autark, eine beliebige räumliche Anordnung ist möglich.

Steckbrief

U-Linien-Montage



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|---|
| Fertigungsart | Mittelserienmontage |
| Anordnung | Flussprinzip |
| Montageort | bewegtes Montageobjekt bewegter Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | aperiodischer Materialfluss |

Einsatz

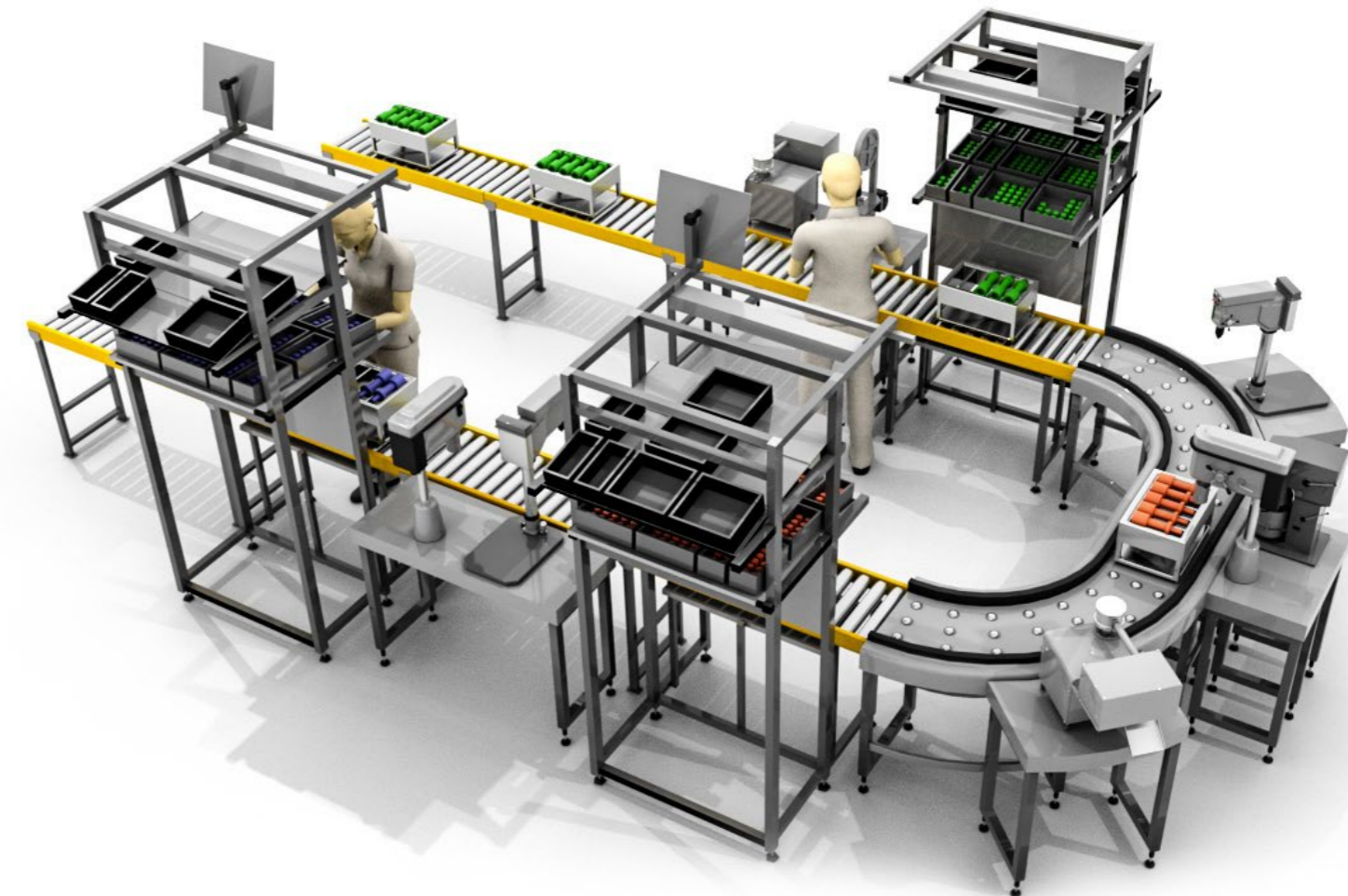
- > Kleinere Montageobjekte mit vielen Zuteilen und vielen Varianten
- > Montageaufgabe kann durch einfache und robuste Standardelemente (Anlagen, Werkzeuge etc.) erfüllt und abgetaktet werden
- > Komplettmontage von Elektrokleingeräten

Vorteile

- + Flexibilität (Menge, Mitarbeiter, Arbeitsinhalte, Layout/Anordnung)
- + Hohe Mitarbeiterauslastung und Identifikation mit der Montageaufgabe
- + Geringe Durchlaufzeiten

Nachteile

- Je nach Montageaufgabe hoher Platzbedarf
- Auslastung der Anlagen/Werkzeuge bei rein manuellen Aufgaben gering, da sie nur im jeweiligen Arbeitsschritt verwendet werden können
- Hohe Mitarbeiterqualifikation erforderlich



Beschreibung

Es erfolgt eine Komplettmontage des einzelnen Objektes oder des Satzes (im Werkstückträger) im System, die Montageaufgabe ist auf mehrere Stationen aufgeteilt. Die einzelnen Stationen sind entsprechend der Montagereihenfolge in U-Form angeordnet, ein Überspringen von Stationen ist möglich. Das einzelne Montageobjekt wird vom Mitarbeiter von Station zu Station transportiert („one-piece-flow“ in Reinstform), wobei eine Mehrmaschinenbedienung durch Mitarbeiter möglich ist („Chaku-Chaku“). Falls keine Zwischenpuffer vorgesehen sind, ist eine Abtaktung je nach Betriebsart erforderlich.

Steckbrief

Flexibel verkettete Fließmontage



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Mittel- bis Großserienmontage |
| Anordnung | Flussprinzip, Reihenprinzip |
| Montageort | bewegtes Montageobjekt stationärer Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | (a)periodischer Materialfluss |

Einsatz

- › Montage eines sich über längeren Zeitraum nicht ändernden Produktes
- › Schwere Produkte (z.B. auf Werkstückträger) die manuell nicht/nur schwer weitergegeben werden können
- › Lagerproduktion, nur gering schwankende Auftragsgrößen

Vorteile

- + Flexibilität (Menge, Arbeitsinhalte)
- + Bei optimaler Ausstattung können hohe Auslastungen für Betriebsmittel und Mitarbeiter erreicht werden
- + Manuelle Transporttätigkeiten durch Mitarbeiter entfallen

Nachteile

- Je nach Montageaufgabe sind zur Abtaktung redundante Arbeitsplätze erforderlich
- Hoher Bestand/Kapitalbindung im Montagesystem
- Hoher Flächenbedarf



Beschreibung

Die Montagetätigkeiten werden auf mehrere Stationen aufgeteilt, es gibt einzelne Montageschritte mit geringem Arbeitsinhalt je Station. Die Montage erfolgt im Werkstückträger (einzeln oder satzweise) – mit einem flexiblen, getakteten und automatischen Werkstücktransport in Montagereihenfolge von Station zu Station. Puffer und Wartepositionen zwischen den einzelnen Stationen können integriert werden, Arbeitsplätze können unabhängig von der Montagereihenfolge angeordnet und flexibel verkettet werden. Es gibt ein Fördersystem zum automatischen Transport des Montageobjektes.

Steckbrief

Montageautomaten



Manuell Hybrid **Automatisch**

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Großserien- bis Massenmontage |
| Anordnung | Einzelplatzprinzip auch Flussprinzip (mehrere) |
| Montageort | bewegtes oder stationäres Montageobjekt |
| Bewegungsart | (a)periodisch, kontinuierlich |

Einsatz

- > Tätigkeiten, die Gefahren für den Menschen bergen oder durch ihn nicht (wirtschaftlich) erbracht werden können
- > Aufgabe ändert sich über einen längeren Zeitraum nicht signifikant
- > kleinere Bauteile und Baugruppen

Vorteile

- + Sehr kurze Durchlaufzeiten
- + Hohe Wiederholgenauigkeit/Qualität: Auf das Montageobjekt speziell angepasste Prozesse
- + Sehr gute Steuerbarkeit, sehr gute Übersichtlichkeit

Nachteile

- Füge-/Zufuhr-/Ordnungseinrichtungen erforderlich zur geometrisch bestimmten Positionierung des Objektes
- Hohe Investitionen
- Erzeugnisspezifische Auslegung (Objekteigenschaften/Montageaufgabe)



Beschreibung

Ein Montageautomat führt Montageoperationen (insb. Fügen, Handhaben) selbsttätig in Teilaufgaben oder auch komplett aus. Dieser Prozess ist in der Regel speziell auf eine Montage(teil)aufgabe bzw. ergebnisspezifisch auf das Montageobjekt abgestimmt. Eine Aufteilung der Arbeitsaufgabe auf mehrere Automaten ist möglich. Die Anordnung ist als Einzelautomat (stationär), in Montageanlagen (bewegtes Montageobjekt) oder in hybriden Systemen (mit manuellen Plätzen) möglich. Für das Handling während der Montage durch den Automaten sind vor- und nachgelagerte (automatisierungsgerechte) Versorgungsprozesse nötig.

Steckbrief

Montageroboter



Automatisch

| | |
|----------------------|---|
| Fertigungsart | Großserien- bis Massenmontage |
| Anordnung | Einzelplatzprinzip und Flussprinzip (mehrere) |
| Montageort | bewegtes oder stationäres Montageobjekt |
| Bewegungsart | (a)periodisch, kontinuierlich |

Einsatz

- › Tätigkeiten, die Gefahren für den Menschen bergen oder durch ihn nicht (wirtschaftlich) erbracht werden können
- › Aufgabe ändert sich über einen längeren Zeitraum nicht signifikant
- › Automobilindustrie, Bestückung von elektr. Baugruppen

Vorteile

- + Sehr gute Steuerbarkeit, sehr gute Übersichtlichkeit
- + Große Variantenflexibilität, freie Programmierbarkeit und Anpassungsfähigkeit der eingesetzten Werkzeuge
- + Hohe Wiederhol- und Positioniergenauigkeit/Qualität

Nachteile

- Hohe Investitionen insb. durch benötigte Peripherie, räuml. Trennung
- Nicht alle Montageobjekte sind für die automatische Montage geeignet oder der Aufwand ist wirtschaftlich nicht vertretbar
- Hohe Aufstellungsanforderungen (Genauigkeiten, Fundamente)



Beschreibung

Ein Montageroboter führt Montageoperationen (insb. Fügen, Handhaben) selbsttätig in Teilaufgaben oder auch komplett aus. Mehrere frei programmierbare Bewegungsachsen und auswechselbare Werkzeuge ermöglichen flexible Bearbeitungsfolgen. Eine Aufteilung der Arbeitsaufgabe auf mehrere Roboter ist möglich, die Anordnung kann als Roboterzelle (stationär), in Montageanlagen (bewegtes Montageobjekt) oder in hybriden Systemen (mit manuellen Plätzen) erfolgen. Das Handling während der Montage findet durch den Roboter statt, hierfür sind vor- und nachgelagerte (automatisierungsgerechte) Versorgungsprozesse nötig.

Steckbrief

COBOT-Montagesysteme



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Mittel- und Großserienmontage |
| Anordnung | Einzelplatzprinzip auch Flussprinzip (mehrere) |
| Montageort | bewegtes oder stationäres Montageobjekt |
| Bewegungsart | (a)periodisch, kontinuierlich |

Einsatz

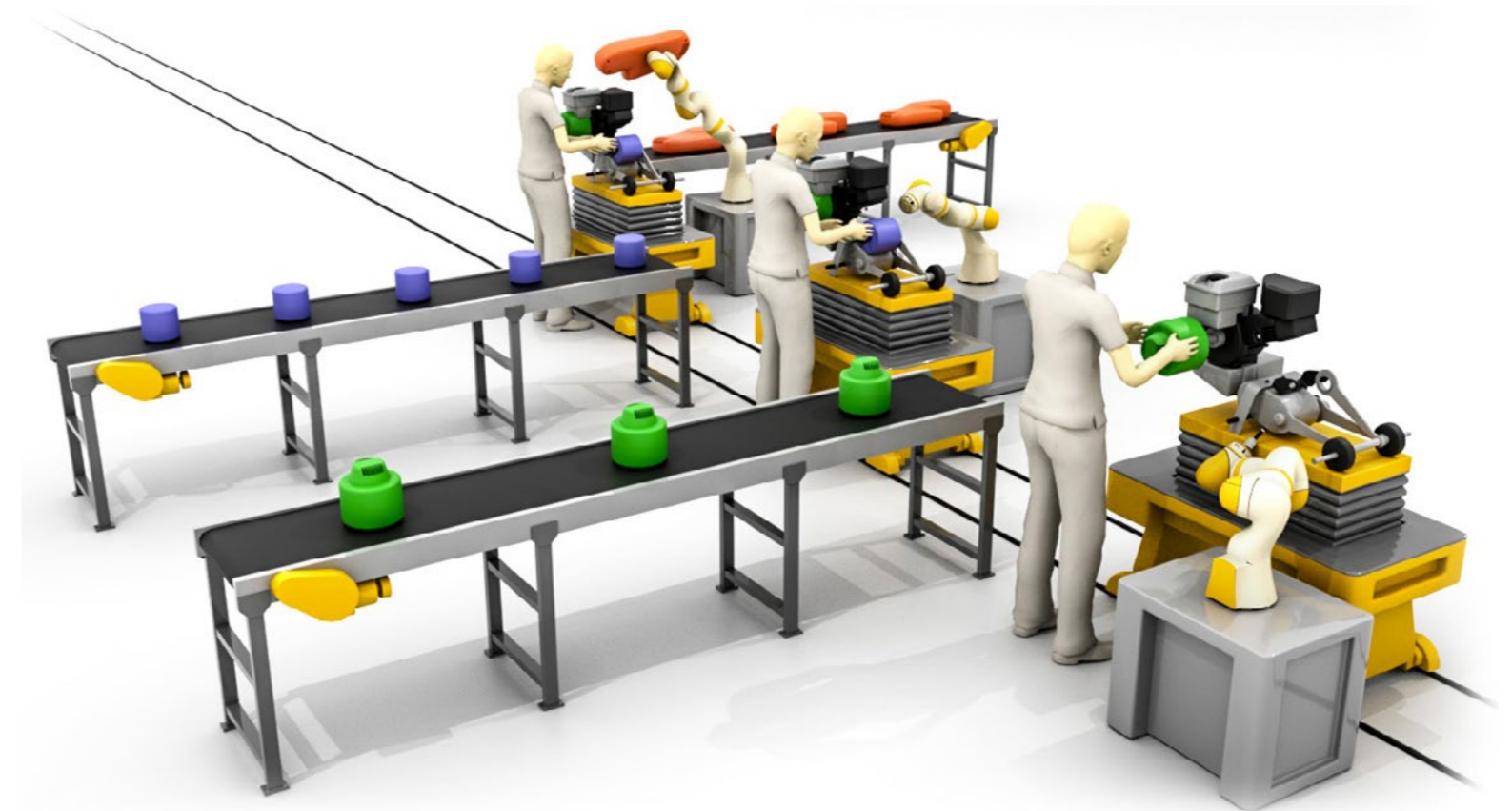
- › Eher leichte Montageobjekte im niedrigen 100kg-Bereich
- › Montageumfänge mit hohem nicht wertschöpfenden/manuellen Anteil
- › Pick & Place-Aufgaben, Verschraubungs- und Klebevorgänge, Schweißen
- › Nicht vollständig automatisierbare Aufgaben

Vorteile

- + Zusammen mit dem Menschen: Effiziente Aufgabenteilung
- + Übernahme von Automatisierungsaufgaben wo ein Montageroboter nicht wirtschaftlich ist
- + Klein, kompakt, leicht, mobil als Baukastensystem

Nachteile

- Je nach Anforderungen (Universalität) und steigenden Anwendungsmöglichkeiten steigen die Investitionen rasant
- Begrenzte Tragkraft, nicht für alle Tätigkeiten geeignet
- Menschengerechte Gestaltung des Systems kann limitierend wirken



Beschreibung

Die COBOTS sind kollaborierende Roboter (engl. „Collaboration“; „Robots“). Sie bestehen aus mehreren Achsen sowie einfachen Standardkomponenten in Leichtbauweise (Baukastensystem) und arbeiten gemeinsam in unmittelbarer Nähe mit dem Menschen ohne physische Schutzvorrichtungen (Mensch-Roboter-Kollaboration, MRK). COBOTS agieren Hand in Hand mit dem Menschen und unterstützen ihn bei der Ausführung von Montageaufgaben. Die Roboter-Assistenz führt zu einer Entlastung der Mitarbeiter und Fokussierung auf die wesentlichen, qualifizierten Montageaufgaben. Die Roboter können handgeführt oder auch frei programmiert werden.

Steckbrief

Matrix-Montage (flexible Montagezellen, „Schwarmmontage“)



Manuell Hybrid Automatisch

| | |
|----------------------|--|
| Fertigungsart | Mittelserienmontage |
| Anordnung | Reihenprinzip |
| Montageort | bewegtes Montageobjekt stationärer Arbeitsplatz |
| Bewegungsart | aperiodischer Materialfluss |

Einsatz

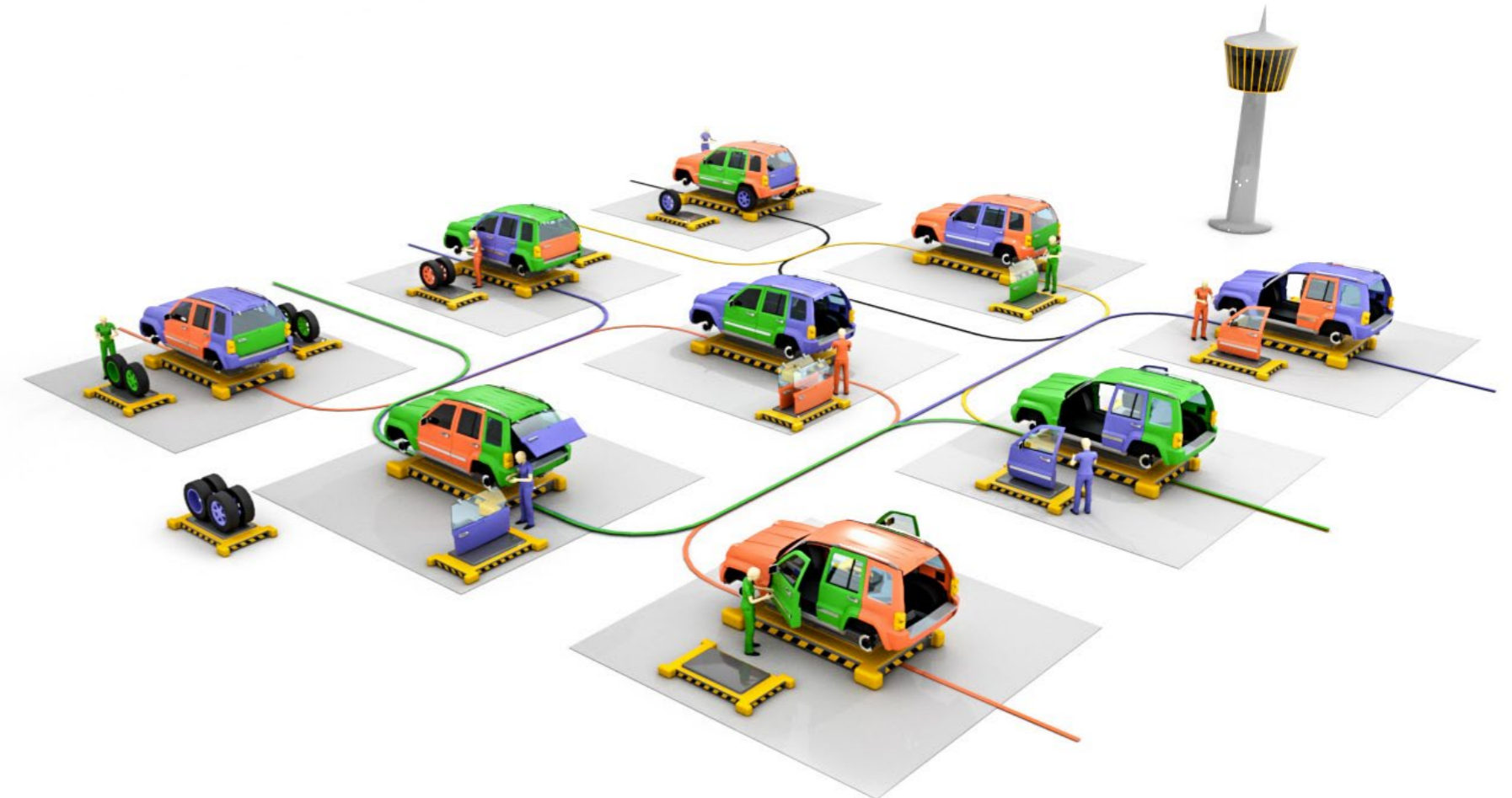
- › Komplexere, höherpreisige Produkte mit vielen Montageschritten
- › Montage eines sich über einen längeren Zeitraum nicht ändernden Grund-Produktes mit hoher Varianz
- › Montage von Hybrid-/Elektroautomobilen, Sportwagen

Vorteile

- + Automatischer Transport der Montageobjekte und Zuteile
- + Varianten- und Mengenflexibilität durch skalierbare und anpassbare Montagemodule
- + Integration unterschiedlicher Produkte in einem Montagesystem

Nachteile

- Je nach Automatisierungs- und Autonomiegrad hoher Initialaufwand in Planung und Steuerung
- Hoher Platzbedarf bei hohen Investitionen
- Aufwändige Planung und Auslegung der einzelnen Zellen



Beschreibung





Die Montageaufgabe ist auf mehrere Stationen/Zellen aufgeteilt. Jede Zelle enthält sämtliche (manuelle, hybride, automatische) Einrichtungen und Betriebsmittel zur Erfüllung der Teilaufgabe. Es gibt einen fest definierten, in sich geschlossenen Arbeitsumfang je Zelle bei der Montage auf/im Werkstückträger (FTS). Die Anordnung der Zellen ist als Schachbrett- oder Matrixlayout möglich. Der Materialfluss ist zeitlich ungebunden, es gibt keinen Taktzwang. Durch die Matrix können frei verkettete Zellen mit flexiblen Pfaden gebildet werden. Eine bedarfsgerechte Aktivierung/Deaktivierung von identischen Zellen und Integration individueller Zellen ist möglich.

Unsere Leistungen

Die Planung eines Montagesystems ist facettenreich. Ausgehend von der im Mittelpunkt stehenden zu erfüllenden Montageaufgabe müssen weitere interdisziplinäre Aspekte berücksichtigt werden. In Kombination mit strategischen Zielvorgaben, möglichen Prämissen und den benötigten Basisdaten, können sich die einzelnen Bausteine zu einer komplexen Planungsaufgabe zusammenfügen.

Daher sind die Planung, Auswahl und Optimierung eines Montagesystems stets Expertensache. Nur so ist es möglich, auch in Zukunft wettbewerbsfähig zu sein und sich kontinuierlich zu verbessern. Gerne beraten und unterstützen wir Sie hierbei.

agiplan bietet Ihnen folgende Leistungen:

-  Planung von Montagesystemen und Integration in das Fabriklayout
-  Optimierung bestehender Montagesysteme, Identifikation von Potenzialen z.B. für Digitalisierung und Automatisierung
-  Erarbeitung neuer Montageabläufe und Strukturen
-  Arbeitsplatzgestaltung



Wir beraten entsprechend unserem Claim „gedacht. getan.“ mit konsequentem Blick auf Machbarkeit und Realisierbarkeit von wirtschaftlichen und praxistauglichen Lösungen.

Gemeinsam mit Ihnen und unseren Experten entwickeln wir individuelle Strategien und Lösungen - **für ein nachhaltiges und zukunftsgerichtetes Ergebnis.**

gedacht. getan.

Ihr Ansprechpartner bei agiplan:



M.Sc. Jan Treptow, Senior Consultant

Besuchen Sie auch unsere Website unter  www.agiplan.de