

Einsatzmöglichkeiten in flexibel automatisierten Montageanlagen

Montagewerkzeug oder Greifer?

U. Heisel, F. Richter

Inhalt Montagewerkzeuge und Greifer sind wichtige Komponenten einer automatisierten Montageanlage und bestimmen wesentlich deren Produktivität und Wirtschaftlichkeit. Neben produktspezifischen Eigenschaften sind vor allem Forderungen des Fügeprozesses hinsichtlich der Fügekraft und der Fügebewegung beim Konstruieren von Montagewerkzeugen und Greifern zu berücksichtigen.

1 Einleitung

Beim Auslegen automatisierter Montageanlagen stellt sich dem Konstrukteur die Frage, welche Funktionen in einem Montagewerkzeug zusammengefaßt werden müssen, so daß es den technischen und wirtschaftlichen Forderungen optimal genügt. Weiterhin ist festzulegen, inwieweit Montagefunktionen von Peripherie- oder Handhabungseinrichtungen übernommen werden können. Das soll den Konstruktionsaufwand bei Montagewerkzeugen gering halten. Anhand bereits vorhandener Lösungen, die im Rahmen von Forschungsarbeiten im Sonderforschungsbereich 158 „Die Montage im flexiblen Produktionsbetrieb“ entwickelt wurden [1-3], lassen sich die Einsatzmöglichkeiten von Montagewerkzeugen und Greifern in einer Montageanlage darstellen.

2 Begriffsbestimmungen

Im allgemeinen Sprachgebrauch der Montageautomatisierung werden die beiden Begriffe „Greifer“ und „Montagewerkzeug“ oftmals im falschen Zusammenhang verwendet. Eine genaue Abgrenzung zwischen den Begriffen geht auch aus den betreffenden Normen nicht eindeutig hervor. Nach VDI-Richtlinie

2860 sind Greifer definiert als „Handhabungseinrichtungen zum Halten“. Montagewerkzeuge hingegen zeichnet aus, daß sie außer der Funktion „Halten“ auch noch die Funktionen „Fügen (meist im Sinne von Zusammenbauen), Bewegen und Kontrollieren“ umfassen (Bild 1). Nach VDI-Richtlinie 2860 sind diese Funktionen Teilfunktionen des Handhabens. Montagewerkzeuge können also definiert werden als Einrichtungen zum Handhaben und Fügen.

2.1 Greifer mit angepaßten Wirkorganen

Bei nahezu 90% aller Greifaufgaben genügen einfache Zwei- oder Dreifingergreifer zum sicheren Handhaben der Werkstücke [4]. Diese Greifergrundtypen werden heute von verschiedenen Herstellern in vielen Ausführungen angeboten. Die Greifer umfassen bereits das Trägersystem (Gehäuse mit Adapter zum Handhabungsgerät), das Antriebssystem (pneumatisch, hydraulisch, elektrisch), das kinematische Übertragungssystem, Teile des Wirksystems und teilweise auch Informationssysteme wie Meßsysteme oder Sensoren. Der Konstrukteur muß demnach nur noch den Greifertyp mit den geforderten Leistungsmerkmalen wie Greifkraft und -weite wählen und die Gestalt der Wirkflächen der Greiforgane der Form des zu greifenden Objekts anpassen.

2.2 Montagewerkzeuge für Fügeoperationen

Der Aufwand beim Konstruieren von Montagewerkzeugen ist wesentlich höher: Neben den Forderungen, die das gegriffene Objekt an das Greifsystem stellt, sind besondere Forderungen des Fügeprozesses hinsichtlich der Fügekraft oder der Fügebe-

Greifer

Funktionen:
Halten, Lösen,
Anwesenheit prüfen

Anwendungsbeispiele:
Werkstückhandhabung,
Werkzeughandhabung,
Fügen durch Zusammensetzen:
Einlegen, Einsetzen,
Ineinanderschieben

Montagewerkzeug

Funktionen:
Halten, Lösen, Anwesenheit prüfen,
Bewegen, Position/Orientierung/Kraft/
Moment messen

Anwendungsbeispiele:
Fügen durch An- und Einpressen:
Schrauben, Verstimfen
Fügen durch Umformen:
Nieten, Clinchen

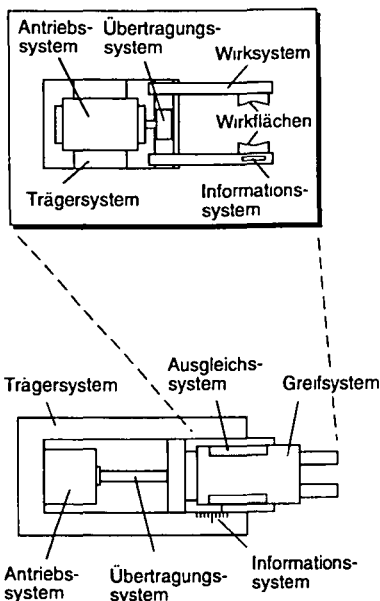


Bild 1. Teilsysteme von Greifern und Montagewerkzeugen

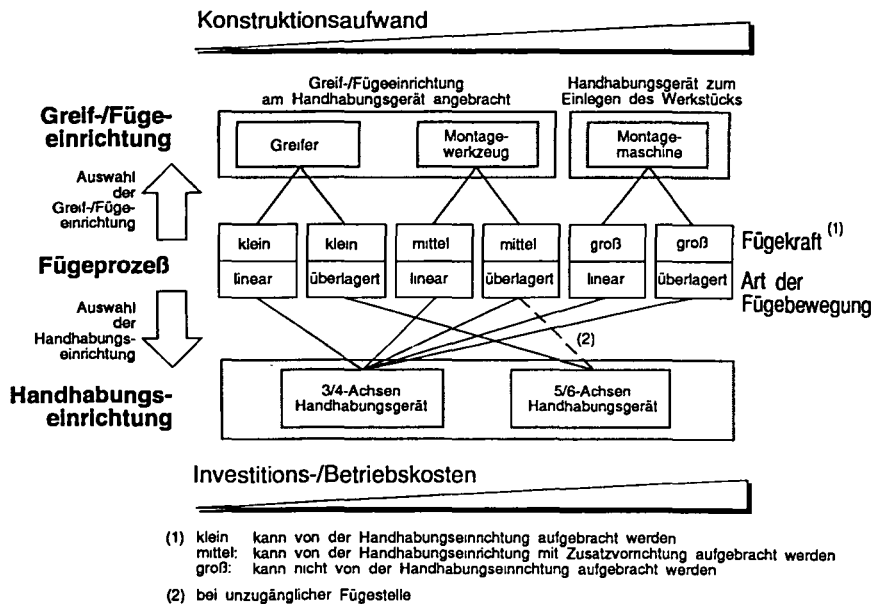


Bild 2. Auslegung von Greif- bzw. Fügeeinrichtungen und Handhabungsgeräten

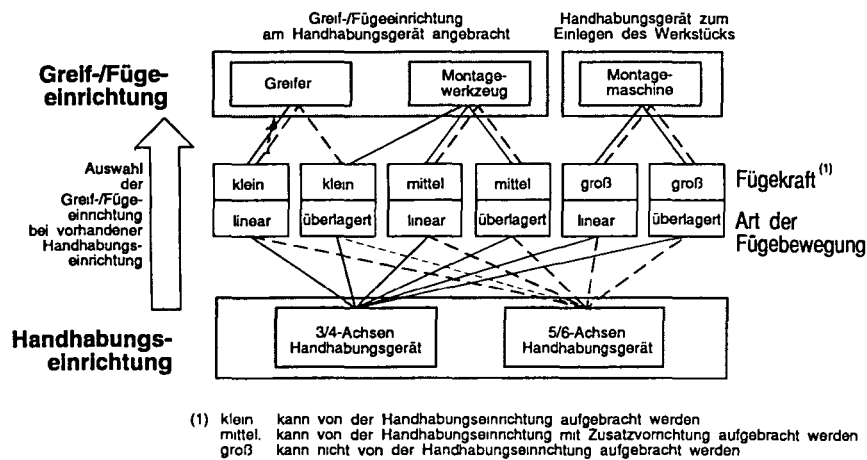


Bild 3. Auslegung von Greif- bzw. Fügeeinrichtungen bei vorhandenem Handhabungsgerät

wegung mit zu berücksichtigen. Vor allem bei hohen Fügekräften und überlagerten Fügebewegungen müssen zusätzliche Antriebs- und Übertragungssysteme sowie zusätzliche Bewegungsachsen und Informationssysteme zur Prozessüberwachung im Montagewerkzeug vorgesehen werden. Typische Montagewerkzeuge sind z. B. Schraubwerkzeuge mit automatischer Schraubenzuführung, Werkzeuge zur Klip-, zur O-Ring- oder zur Sicherungsringmontage. Montagewerkzeuge werden entweder von einfachen Handhabungsgeräten oder von Industrierobotern bewegt.

3 Einsatzmöglichkeiten und Wahl geeigneter Lösungen

Grundsätzlich stellen sich zwei Fragen: In welchen Anwendungsfällen sind Montagewerkzeuge vorteilhaft einsetzbar? Und in welchen Anwendungsfällen sind Teile der Montageaufgabe wie das Aufbringen einer Fügekraft oder das Durchführen einer Fügebewegung von Handhabungsgeräten (Robotern) oder Peripherieeinrichtungen zu übernehmen? Dabei sind zwei wichtige Einflußfaktoren beim Auslegen von Montageanlagen zu berücksichtigen:

- Produktspezifische Eigenschaften der zu montierenden Werkstücke und
- prozessspezifische Eigenschaften des Fügeprozesses.

Das zu montierende Werkstückspektrum führt bei der Planung einer Montageanlage zu bestimmten Flexibilitätserfordernissen

an deren einzelne Komponenten. Diese Flexibilitätserfordernisse erfüllen in den meisten Fällen flexible Montagewerkzeuge bzw. Greifer, modulare Montagekomponenten oder geeignete Wechselsysteme. Damit ist mit diesem ersten Schritt jedoch auch die Flexibilität der Montageanlage als Ganzes festgelegt. Im nächsten Schritt werden aufgrund der Eigenschaften der Fügeprozesse Montagefunktionen einzelnen Montagewerkzeugen oder Greifern zugeordnet (Bild 2). Hier ist zu berücksichtigen, daß die Flexibilität der Montagestation von dieser Zuordnung im allgemeinen nicht beeinflußt wird, indessen die Produktivität und die Wirtschaftlichkeit. Im folgenden wird dargestellt, in welchen Fällen Montagewerkzeuge einsetzbar sind und wann Greifer mit entsprechenden Handhabungsgeräten bevorzugt werden sollten.

3.1 Greifer für Fügevorgänge

Greifer können bei Fügeaufgaben eingesetzt werden, die geringe Fügekräfte erfordern. Die mögliche Fügekraft wird dabei einerseits von der Klemmkraft des Greifers selbst begrenzt (wenn das Werkstück mittels Kraftschluß gehalten wird). Andererseits darf die maximal zulässige Belastung des Handhabungsgeräts, das den Greifer bewegt, nicht überschritten werden. Beim Einsatz von Greifern für Montageaufgaben muß außerdem das Handhabungsgerät die Fügebewegung durchführen. Deshalb läßt sich bei linearen Fügebewegungen ein

einfaches Handhabungsgerät einsetzen, während bei überlagerten Fügebewegungen unter Umständen Handhabungsgeräte mit sechs Achsen notwendig sind.

Die Erweiterung einer bestehenden Montageanlage hat beispielsweise das Ziel, bei der Konstruktion der Komponenten den technischen Fügeprozeß wirtschaftlicher zu gestalten. Bei der Auslegung der Einzelmontagestationen können dann die Eigenschaften des Fügeprozesses Entscheidungshilfen zur Auslegung der Komponenten geben. Bei flexiblen Montagestationen sind jedoch weitere Kriterien zu berücksichtigen. Zunächst ist zu unterscheiden, ob es sich bei der Konstruktion um die Erweiterung einer bereits bestehenden Anlage handelt oder ob eine flexible Montagestation neu auszulegen ist.

Ist an einer flexiblen Station bereits ein einfaches 3- oder 4-Achsen-Handhabungsgerät vorhanden, dann sind neu hinzukommende Montageaufgaben, die eine überlagerte Fügebewegung erfordern, nicht ohne weiteres machbar. Hohe Anschaffungs- und Einrichtungskosten braucht es, um das Handhabungsgerät auf sechs oder mehr Achsen zu erweitern. In diesem Fall sind Montagewerkzeuge, die die zusätzlichen Achsen enthalten, eine wirtschaftliche Alternative (Bild 3). Bei der Neuauslegung einer flexiblen Station kann genauso verfahren werden, falls an der flexiblen Montagestation überwiegend Fügeprozesse mit linearer Fügebewegung auszuführen sind und nur ein Fügevorgang mehr Bewegungsachsen benötigt. Die erforderlichen Zusatzachsen sind dann ebenfalls in ein Montagewerkzeug einzubauen. Damit läßt sich unter Umständen statt eines teuren 6-Achsen-Industrieroboters ein einfaches 3- bis 4-Achsen-Handhabungsgerät einsetzen.

3.2

Eignung von Montagewerkzeugen

Montagewerkzeuge eignen sich gegenüber Greifern besser zum Paralleleinsatz, besonders im vorn genannten Fall komplexer Fügebewegungen. Hier können mehrere Montagewerkzeuge an einer Handhabungseinrichtung zu einer besseren Montageleistung und zu kürzeren Taktzeiten führen: Montagewerkzeuge

ergeben kürzere Taktzeiten, da zeitaufwendige Beschickungsvorgänge wie das Einlegen der Werkstücke in eine Montagevorrichtung weitgehend entfallen.

Handhabungsgeräte mit Montagewerkzeugen nehmen im allgemeinen keine sehr hohen Prozeßkräfte auf. Eine Ausnahme bilden Roboter mit pneumatischen Hammerwerkzeugen, die die erforderlichen Fügekräfte mit Hilfe von Impulskräften erzeugen [5], und mit Montagewerkzeugen, die zum Ableiten der Reaktionskraft an Peripherieeinrichtungen verriegelbar sind [3]. Bei hohen Fügekräften und -momenten werden Pressen oder spezielle Montagemaschinen eingesetzt. Diese sind meist mit einfachen Handhabungsgeräten zu beschicken.

4

Zusammenfassung

Anhand der Gesamtgestaltung einer Montagestation und der notwendigen Fügeprozesse kann entschieden werden, welchen Forderungen ein Montagewerkzeug bzw. ein Greifer genügen muß. Für einfache Fügevorgänge wie Einlegen, Einsetzen oder Ineinanderschieben sind einfache Handhabungsgeräte mit Greifern wirtschaftlich einsetzbar. Fügeprozesse mit komplizierten räumlichen Fügebewegungen benötigen unter Umständen Handhabungsgeräte mit sechs oder mehr Achsen. Wirtschaftliche Alternative dazu sind Montagewerkzeuge mit einem dem Fügeprozeß angepaßten Bewegungs- und Kraftübertragungssystem.

Literatur

1. Heisel, U.; Willmer, R.: Multifunktionale Greifwerkzeuge für die flexible Montage. *dima* (1992) H. 1/2, S. 51-54
2. Heisel, U., u. a.: Montagezelle zur Getriebemontage. *dima* (1993) H. 3, S. 54-56
3. Heisel, U.; Roth, G.: Flexible Montage von Getriebebaugruppen im Maschinenbau. *dima* (1991) H. 10, S. 48-52
4. Knapp, A.; Schmitz, U.: Standardgreifer für die flexible Montage. *Sdr. Robot-Handling-Automation*. München: Hanser 1991
5. Wurtz, G.: Alleskönner Robohammer - Flexibel automatisierte Einpreßzelle. *Roboter* (1990) H. 9, S. 50-52