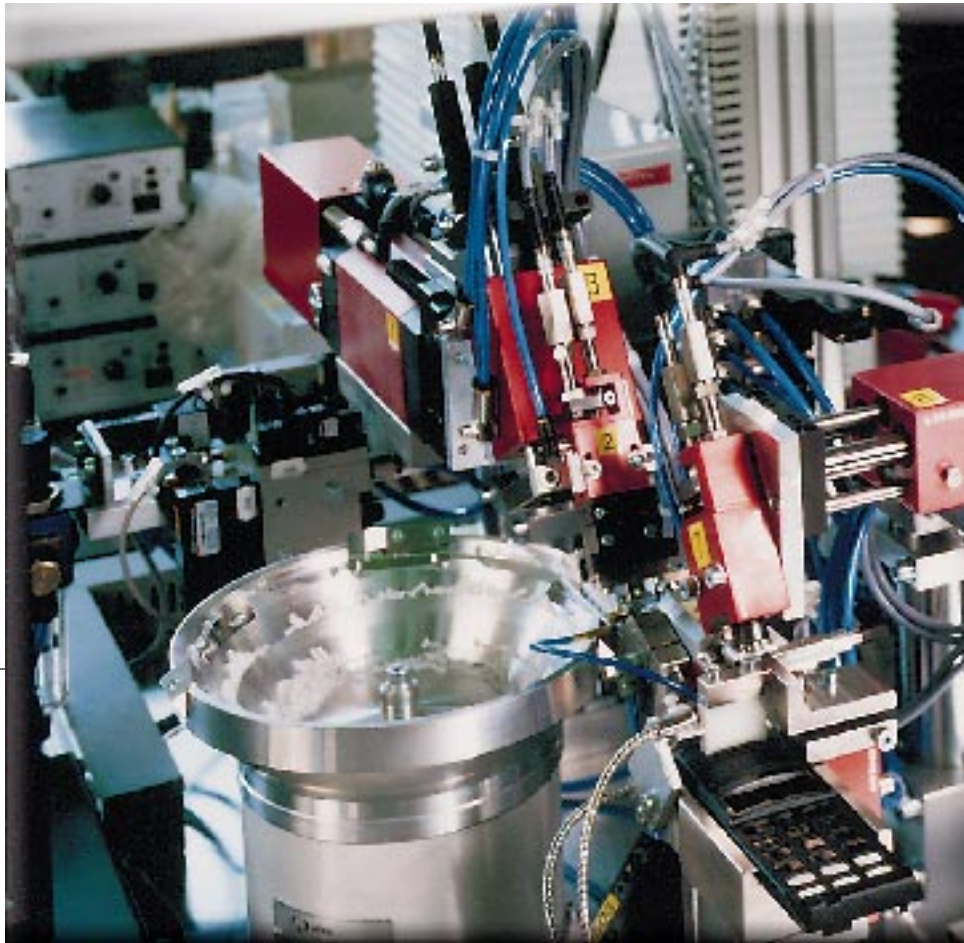


Flexibilität ist heute das oberste Gebot bei Montageanlagen. Daraus resultierend werden vermehrt Industrieroboter und Bildverarbeitungssysteme eingesetzt. Zudem ermöglichen die Modularisierung von Funktionseinheiten und die Standardisierung von Schnittstellen ein schnelles Umrüsten bei wechselnden Produkten.

Diese modular aufgebaute Zuführstation wurde als eigenständige Beistelleinheit für Montageanlagen konzipiert.



## Hybride Anlagen gewährleisten Flexibilität in der Montage



### Stepp-Fabrikautomation

Deutlich kürzere Produktlebenszyklen und eine erhöhte Varianten- und Produktflexibilität von zu montierenden Baugruppen haben zu wesentlich geänderten Anforderungen an heutige Montagemaschinen und -systeme geführt. Es sollen einige wesentliche Entwicklungstendenzen in der Montageautomatisierung, die in der Organisation und der Technik erkennbar sind, aufgezeigt werden.

Beim Verkauf von Serienprodukten, zum Beispiel in der Telekommunikation, ist der Zeitraum von der Entwicklung bis zum Markteintritt für einige Produktionsbetriebe ein entscheidender Faktor im Wettbewerb. Dies erfordert aber auch

von den Herstellern von Montagemaschinen eine deutliche Verkürzung der Projektierungs- und Herstellungszeit der Anlage. So wird bei der Auftragsvergabe eines Montagesystems die Lieferzeit, die bei komplexeren Anlagen heute im Allgemeinen mehr als sechs Monate beträgt, immer wichtiger. Insbesondere die durchgängige Modularisierung und Standardisierung hin zu autarken Funktionsmodulen und die Anwendung der Methoden des Simultaneous Engineering erleichtern die Realisierung von kurzen Herstellzeiten für Montagesysteme.

#### Verantwortung des Herstellers über die gesamte Lebensdauer

Die Bedeutung einer automatisierten- und montagegerechten Erzeugnisgestaltung wird im Hinblick auf die Herstellkosten einer Montageanlage und die Sicherheit im Montageprozess zunehmend erkannt. Dies führt dazu, dass Anlagenbetreiber und -hersteller

bereits in der Entwicklungsphase des Serienproduktes häufig enger zusammenarbeiten.

Immer mehr Produktionsbetriebe verringern die Kapazität von betriebsinternen Abteilungen für den Sondermaschinenbau und die Instandhaltung, um Kosten zu sparen und um die Kostentransparenz in der betrieblichen Leistungserstellung sicherzustellen. Die Verantwortung für den laufenden Betrieb wird somit zunehmend auf den Anlagenlieferanten übertragen und durch langfristige Verträge definiert. Im Zuge der Globalisierung wird immer häufiger verlangt, dass der Anlagenlieferant international Servicestandorte nahe beim Kunden unterhält. In diesem Zusammenhang werden auch die technischen Möglichkeiten der Fernwartung konsequenter genutzt, um Betriebskosten zu reduzieren und Stillstandszeiten zu minimieren. Die Verantwortung der Hersteller von Montagemaschinen für die Laufzeit der

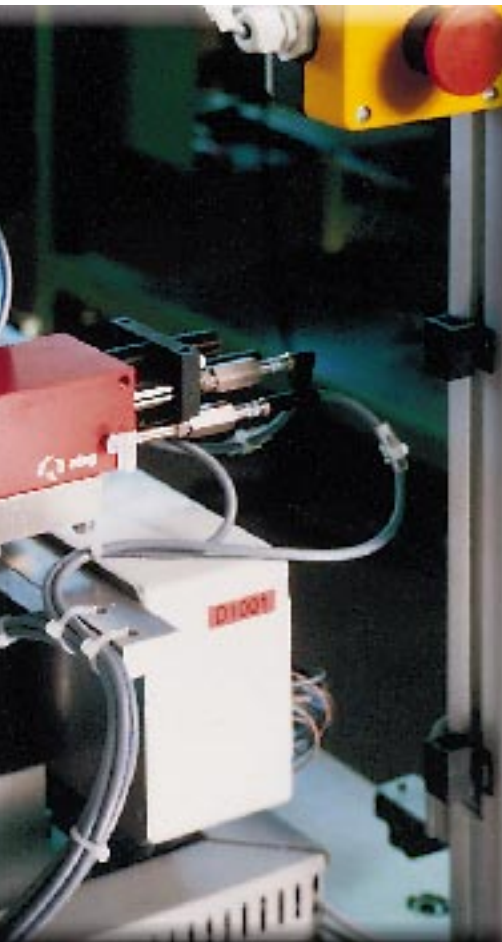


Bild: Aflog

Montagekapazität durch die Nahrüstung einer zusätzlichen Montageeinheit zur Verfügung gestellt werden kann.

► Das Umrüsten auf andere Varianten kann feiner abgestimmt werden und mit geringerem Aufwand erfolgen, indem zum Beispiel nur ein Teil dieser parallel geschalteten Montagemaschinen umgestellt wird. Damit kann flexibel auf sich ändernde Bedarfe reagiert werden.

### Der Trend geht zu mehr Flexibilität in der Montage

Es ist ein Trend zu so genannten hybriden Montageanlagen, in denen sowohl Automatikstationen als auch Handarbeitsplätze integriert sind, festzustellen. Gerade die variantenflexibel automatisierte Montage erfordert häufig aus wirtschaftlichen Gründen diese Mischform von maschineller und menschlicher Arbeit (Bild 1). Dieses Konzept ermöglicht die Automatisierung in Schritten vom Handarbeitsplatz zum Vollautomaten. Der Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Findung eines angemessenen Automatisierungsgrades – gerade im Bereich mittlerer und kleiner Stückzahlen – kommt hierbei eine große Bedeutung zu.

Zu berücksichtigen ist auch, dass nicht nur der Kostengesichtspunkt, sondern auch die geforderte Qualität diese Entscheidung „Automatikstation oder Handarbeitsplatz“ beeinflusst. Zunehmend können die Qualitätsforderungen, zum Beispiel der Automobilhersteller an die Zulieferer, nur noch erfüllt werden, indem Handarbeitsplätze durch entsprechende Automatikstationen ersetzt werden.

Es ist eine grundsätzliche Ausrichtung der Montagesysteme hin zu mehr Flexibilität in der Primär- und Sekundärmontage zu erkennen. Deutlich wird dies insbesondere durch den vermehrten Ein-

satz von Industrierobotern bei Füge-, Zuführ-, Handhabungs-, Justage- und Kontrolloperationen (Bild 2) sowie durch den Trend hin zu Bildverarbeitungssystemen in der Zuführ-, Prozesssteuerungs-, Roboter- und Qualitätssicherungstechnik. Ein flexibles Andocken von Arbeitsstationen mit standardisierten Schnittstellen ermöglicht ein schnelles Umrüsten oder Austauschen bauteilspezifischer Mechanikbaugruppen. Aber auch die Verbesserung der Kommunikationsfähigkeit von Automatisierungsmodulen, der konsequente Einsatz von Bussystemen, die Verwendung von Systemen mit dezentraler Intelligenz und die Integration von busfähigen I/O-Klemmen liefern einen deutlichen Beitrag zu mehr Flexibilität.

Erwähnt werden soll jedoch auch, dass die Montageleistung bei flexiblen Systemen im Allgemeinen deutlich kleiner als bei hochspezialisierten Sondermaschinen ist. Deshalb kommen bei großen Stückzahlen – je nach Produkt in der Größenordnung 1,5 Mio. Stück pro Jahr – und längeren Produktlebenszyklen (je nach Produkt etwa 3 Jahre) nach wie vor Einzweckmontagemaschinen zum Einsatz. Der Nachteil der hohen Kosten bei Produktänderungen ist hier zu berücksichtigen.

### Flexible Zuführsysteme sind im Kommen

Insbesondere in der Zuführtechnik hat es in den vergangenen Jahren durch grundlegend geänderte Konzepte einen deutlichen Innovationsschritt gegeben. Eine produktspezifische Zuführtechnik wird in der Montage mit hoher Typvarianz zunehmend durch flexible und intelligente Zuführsysteme ersetzt. Dies wur-

Anlage ist ein weiterer Impuls, sowohl die Herstellkosten als auch die langfristigen Betriebskosten der Anlage für die Systemauslegung zu berücksichtigen.

Neben dem organisatorischen Bereich sind jedoch auch bei der technischen Struktur von Montageanlagen neue Tendenzen zu verzeichnen. Kleinere Montagemaschinen, die jedoch pro Arbeitsstation im Allgemeinen über einen großen Arbeitsinhalt verfügen, substituieren zunehmend sehr komplexe Montagesysteme. Bei größeren Montageleistungen werden diese kleineren Maschinen in gleicher Ausführung dann parallel im Werkstückfluss betrieben. Dies entspricht einer Annäherung an eine Automatisierungsphilosophie, die in den USA in einigen Branchen anzutreffen ist.

Das Konzept der Parallelschaltung mehrerer kleiner Anlagen hat folgende Vorteile:

- Beim Ausfall einer Montagemaschine steht noch verbleibende Montagekapazität zur Verfügung, mit der beispielsweise durch Sonderschichten die Lieferbereitschaft sichergestellt werden kann.
- Die Kundenforderung nach Ausbauflexibilität wird berücksichtigt, weil bei steigenden Stückzahlen mit vertretbarem Aufwand eine entsprechend höhere

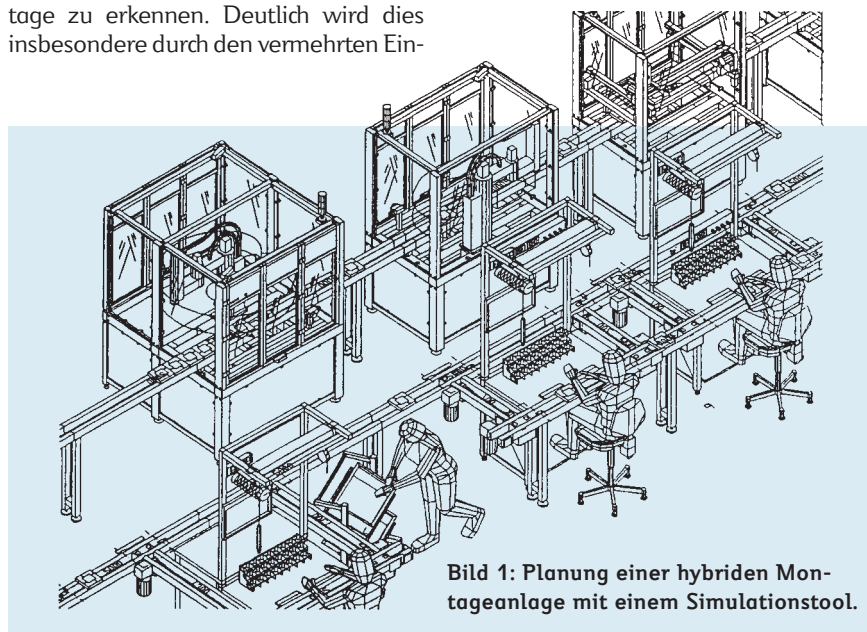
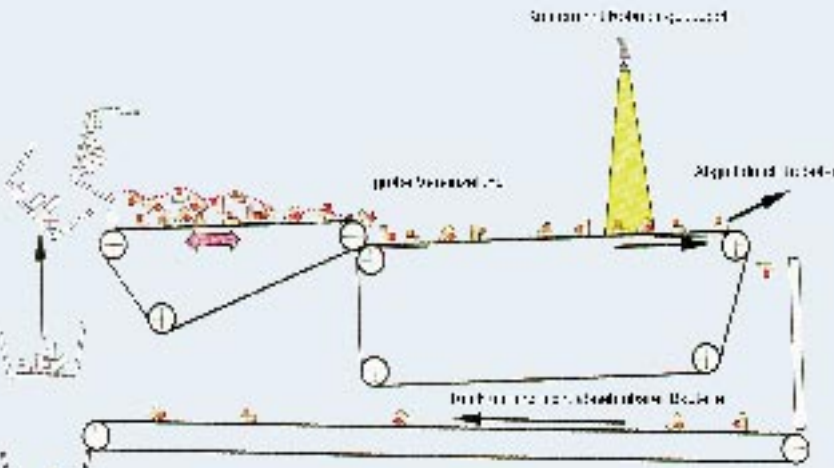


Bild 1: Planung einer hybriden Montageanlage mit einem Simulationstool.





**Bild 2:**  
Transfersystem  
mit integrierter  
Roboterzelle.



**Bild 3:** Prinzip einer flexiblen Teilezuführung mit Bildverarbeitung.

Bildverarbeitung erkennt Werkstücke in falscher Lage und Bauteile mit Qualitätsmängeln. Es erfolgt dann ein Umroutieren oder ein Ausschleusen dieser Bauteile.

Aus den angegebenen technischen Entwicklungstendenzen leiten sich wichtige Gesichtspunkte für die Hersteller von Sondermaschinen ab. Diese äußern sich durch entsprechende Forderungen der Anlagenbetreiber:

- ▶ Die Wiederverwendbarkeit von Komponenten – insbesondere auch von Zuführeinrichtungen – wird von den Anlagebetreibern immer nachdrücklicher gefordert, um Automatisierungsbausteine über längere Zeiträume abschreiben zu können.

- ▶ Der Zugewinn an Flexibilität, Umrüstkombi und Bedienkomfort durch eine moderne Steuerungstechnik (Software-SPS, Bussysteme, busfähige Ein- und Ausgänge, dezentrale Intelligenz, leistungsfähige Mensch-Maschine-Schnittstelle) ist konsequent zu nutzen. In diesem Zusammenhang ist auch zu berücksichtigen, dass erweiterte Diagnosefunktionen und Fernwartungsmöglichkeiten die Verfügbarkeit der Anlagen verbessern.

- ▶ Eine durchgängige Modularisierung von Funktionseinheiten auch durch betriebsinterne Standards hilft, die Kosten zu reduzieren und kürzere Lieferzeiten zu realisieren.

- ▶ Die Normung und Standardisierung von elektrischen, elektronischen, mechanischen und informationstechnischen Schnittstellen ist von wesentlicher Bedeutung für die Offenheit und Modularisierung des Montagesystems.

- ▶ Die Montagemaschine ist so auszulegen, dass die Umrüstzeit und der Umrüstaufwand auf andere Produkte oder Varianten gering sind. Dies gewinnt immer mehr an Bedeutung, weil das Just-in-time-Prinzip bei den Unternehmen immer konsequenter umgesetzt wird und die Lagerbestände gering gehalten werden. Hier ist das schnelle Wechseln von Arbeitsstationen und ein komfortables Umschalten der Systemsoftware von wesentlicher Bedeutung.

- ▶ Bei kleinen Stückzahlen besteht häufig die Forderung, mehrere Produkte einer Teilefamilie auf einer Anlage ohne Umrüsten zu montieren. **MM**

de durch die technischen Verbesserungen und den Preisverfall bei der Bildverarbeitung begünstigt.

Produktspezifische Ordnungseinrichtungen, die auch heute im Allgemeinen mit Schikanen ausgerüstet sind, verursachen in Automatisierungssystemen einen hohen Anteil an bauteilspezifischen Betriebsmittelkosten und tragen erheblich zu Prozessstörungen in der Sekundärmontage bei. Deshalb wird inzwischen von unterschiedlichen Herstellern eine universelle und wiederverwendbare Zuführtechnik angeboten. Einige Systeme dieser Bauart verfügen über drei wesentliche Baugruppen:

- ▶ eine standardisierte, im Rahmen von Teilefamilien bauteilunabhängige Zuführ- und Speichereinrichtung,
- ▶ eine Roboterkinematik in Scara-Bauform zum flexiblen Handhaben der Bauteile und
- ▶ ein Bildverarbeitungssystem zur Erkennung der Bauteillage und zur Bauteilprüfung.

Die standardisierte Zuführeinrichtung (zum Beispiel Vibrationsförderer oder Band mit Rüttelbewegung) sorgt für die Bauteilbereitstellung und eine Vorver-

einzelung, aber nicht für eine Orientierung. Diese Zuführeinrichtung ist variantenflexibel einsetzbar, deshalb muss auf die Funktion einer Ordnungseinrichtung verzichtet werden. Die Funktion Ordnen übernimmt der Industrieroboter, der mit dem Bildverarbeitungssystem informationstechnisch sehr leistungsfähig gekoppelt ist. Das Visionsystem ermittelt die Orientierung und die Lagekoordinaten der Bauteile (Bild 3). Diese Informationen werden dann von dem Industrieroboter genutzt, um die Bauteile zu greifen und geordnet der Primärmontage zuzuführen.

### Wiederverwendbarkeit der Komponenten

Anzumerken ist, dass auch einfachere und kostengünstigere Montageanlagen, bestehend aus standardisierter Zuführeinrichtung und Bildverarbeitungssystem, eingesetzt werden. Hier erfolgt beim Zubringen (beispielsweise durch Schwingfördersysteme) ein Ordnen und Orientieren in zwei oder vier Lagen. Dieses Ordnen bewirkt für die Zuführeinrichtung eine Herabsetzung der Flexibilität und Wiederverwendbarkeit. Die

Bilder: Verfasser