

Wirtschaftlich automatisieren in der Mikromontage

Für die flexible Mikromontage von Kleinserien und komplexen Mikrosystemen stehen heute modulare und skalierbare Montagezellen bereit. In Verbindung mit mehrachsigen **MIKROMANIPULATOREN** lassen sich nun auch anspruchsvollste Justage- und Montageprozesse automatisieren, beispielsweise in der Mikrooptik und Lasertechnik.

RENÉ FATH UND NICOLAS PYSCHNY

Der derzeit noch sehr hohe Anteil an manuellen Montageschritten bei der Fertigung von Mikrobauteilen, beispielsweise bei optischen Komponenten, oder die extrem hohen Anforderungen an die genaue Positionierung von Bauteilen bei der Lasermontage oder der Fertigung von miniaturisierten medizintechnischen Produkten führen zu hohen Ausschussraten. Diese gilt es deutlich zu verringern. Vielfach verhindert die geringe Jahresstückzahl eine wirtschaftliche Automatisierung der Produktionsprozesse. Die ist aber notwendig, um den immer weiter steigenden Qualitätsanforderungen gerecht zu werden.

Modularität und Skalierbarkeit

Starre Montagelösungen für jeweils nur ein Produkt sind aufgrund des hohen Investments ohne eine Sicherheit auf Erfolg des Produkts das Aus für die Automatisierung. Eine Lösung hierfür ist die Nutzung von flexiblen Mikromontagezellen für eine Vielzahl von Produkten. Eine einfache Umrüstung ermöglicht die Nutzung für mehrere Produkte und erhöht somit die Auslastung der Mikromontagezelle, was wiederum das Investment auf mehrere Produkte verteilt. Die Lösung für eine flexible und erweiterbare Mikromontagezelle findet sich in der ›MicRohCell-compact‹ des Unternehmens Rohwedder Micro Assembly aus St. Leon-Rot (**Bild 1**). Es handelt sich hierbei um eine halb- oder vollautomatische Montagezelle für elektronische, mikromechanische und mechatronische Baugruppen.

Die Ausstattung der MicRohCell-compact mit integrierter Steuerung ist darauf ausgelegt, als halb-automatischer Arbeitsplatz, als Stand-alone-Lösung (Einzelarbeitsplatz) oder durch die Verkettung mehrerer Zellen als vollautomatische Fertigungslinie eingesetzt zu werden. Unter halbautomatischem Arbeitsplatz ist hierbei die manuelle Bauteilplatzierung im Bearbeitungsraum der Fertigungszelle zu verstehen. Die notwendigen Prozessschritte wiederum werden bei allen drei Varianten vollautomatisch durchgeführt. Die Verkettung mehrerer einzelner MicRohCell-compact zu einer ganzen Fertigungszelle kann auf unterschiedlichste Arten geschehen. So ist es beispielsweise möglich, die Zellen mittels eines Werkstückträger-Transportsystems miteinander zu verbinden.

Die MicRohCell-compact lässt sich durch die schnell wechselbare ›MicRohFlex‹-Montageplatte innerhalb weniger Minuten auf ein anderes Produkt umrüsten. Hierdurch wird ein hoher Wiederverwen-

Bild 1. Skalierbare und flexible Mikromontageanlage



> KONTAKT

HERSTELLER
Rohwedder Micro Assembly GmbH
 68789 St. Leon-Rot
 Tel. +49 6227 3412-0
 Fax +49 6227 3412-995
www.rohwedder.de

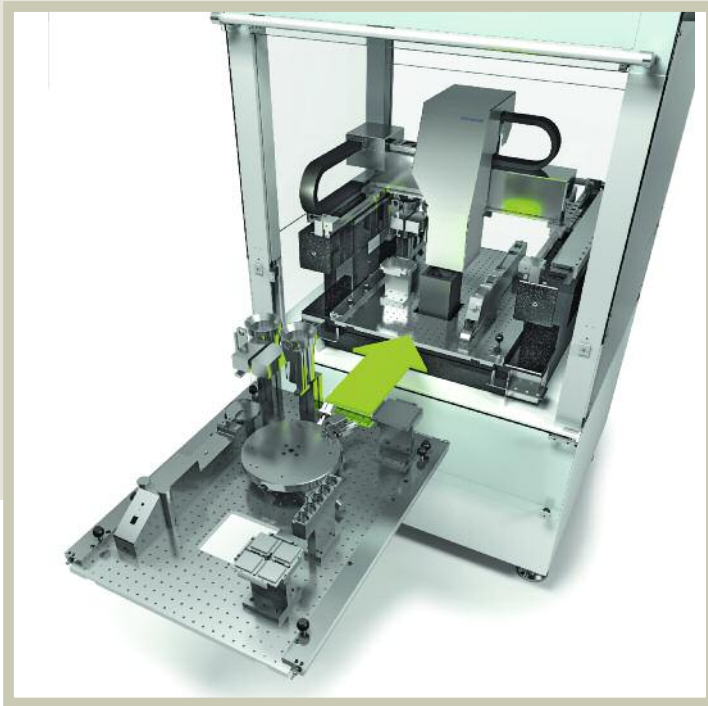


Bild 2. Auswechselbare Montageplatte für den schnellen Produktwechsel

ungsgrad aller Systemkomponenten erreicht. Dies reduziert das produktspezifische Investment und erhöht die Qualität der gefertigten Produkte signifikant. Auf der MicRohFlex-Montageplatte lassen sich unterschiedlichste Module wie Micro-Jet-Dispens-, Drehmomentprüf- oder Widerstands-Schweißmodule installieren und somit vielfältigste Aufgabengebiete realisieren.

Montageanlage mit modularer Steuerung

Auch die Steuerungsarchitektur der Montagezelle sowie der Montageplatte ist modular aufgebaut. Jedes Prozessmodul ist mit einem eigenen Controller ausgerüstet, welcher die Ablaufsteuerung und die Kommunikationsschnittstelle koordiniert sowie die Prozessparameter verwaltet. Somit ist jedes Modul ein autarkes intelligentes Subsystem, das über ein standardisiertes Protokoll mit den anderen Modulen kommuniziert.

Bild 4. Der Arbeitsraum des »Commander6« in den Achsen X (links), Y (Mitte) und Z (rechts)

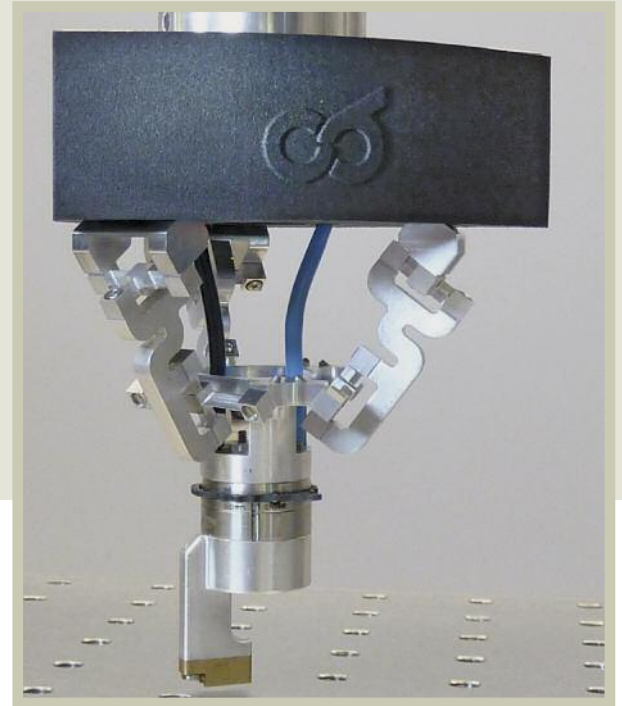
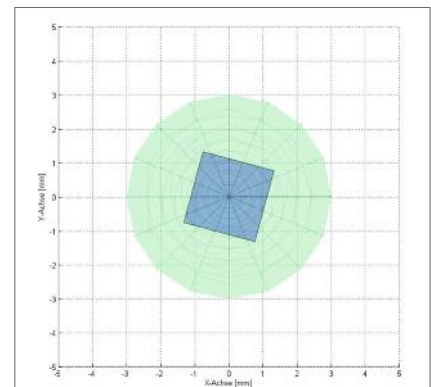
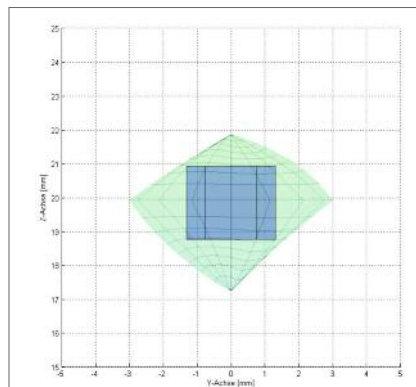
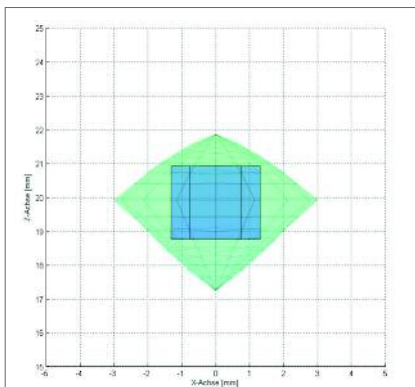


Bild 3. Mikromanipulator »Commander6« für die ultrapräzise, sechsachsige Justage auf Basis von Festkörpergelenken

Die MicRohCell-compact besteht aus einem Stahlunterbau mit Schutzaufbau sowie einem Granit/Carbon-Portal-Achssystem. An das Portal-Achssystem können unterschiedlichste, zum Handling der Bauteile notwendige mechanische oder Vakuumgreifersysteme appliziert werden. Ein Bildverarbeitungssystem mit Objekt- und Zielkamera zur exakten Bauteilpositionierung und Prozessüberwachung ist in der Anlage integriert (**Bild 6**). Das linear angetriebene hochpräzise XYZ-Granit/Carbon-Portal kann bei Bedarf mit einer zusätzlichen zweiten Z-Achse bestückt werden. Eine Z-Achse ist mit einer Drehachse versehen, um Bauteile auch rotatorisch ausrichten zu können. Der verfügbare Arbeitsraum beträgt $507 \times 450 \times 80 \text{ mm}^3$.

Die Achssysteme erreichen Geschwindigkeiten bis zu 1 m/s bei einer möglichen Beschleunigung bis 10 m/s^2 . Die Positioniergenauigkeit des Systems beträgt $\pm 2 \mu\text{m}$. Um den hohen Qualitätsanforderungen in der Produktion gerecht zu werden, verfügt die

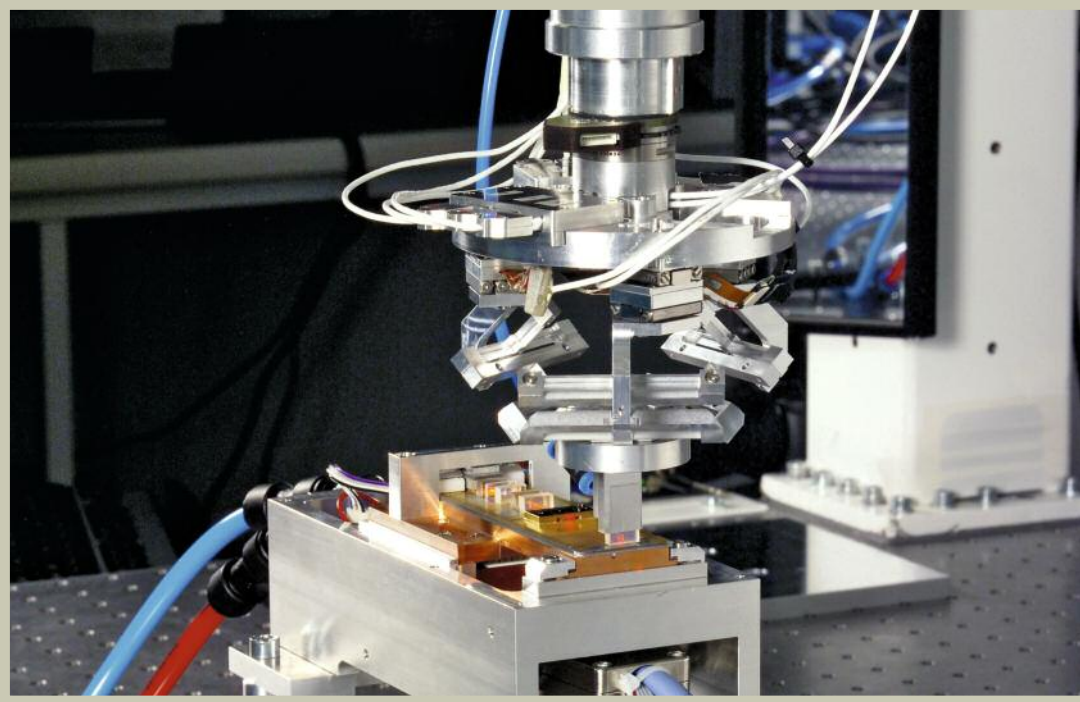


Bild 5. Die Montage von Strahlformungs- und Kollimationsoptiken sowie die Justage von Laserresonatoren gehören zu den typischen Anwendungen des Mikromanipulators

Montagezelle auch über die Möglichkeit, das Steuerungssystem mit entsprechenden Softwaremodulen zur Maschinendaten- und Produktivitätsüberwachung zu integrieren.

Ein großer Vorteil beim Produktionsstart neuer Produkte ergibt sich aus dem durchdachten und streng modular aufgebauten System. Eine neue Montageplatte, die mit den produktbezogenen Prozessmodulen ausgerüstet ist, kann selbstverständlich in einer bereits vorhandenen Montagezelle verwendet werden. Die für die Steuerung notwendigen produktspezifischen Informationen sind auf einem Datenspeicher abgelegt, der in die Montageplatte integriert ist. Per Steckverbindung werden die Daten auf die Montagezelle übertragen. Außer bei der Erstinbetriebnahme oder bei Änderungen im Produktionsablauf sind keine erneuten Programmieraufwendungen notwendig.

Alternative Geschäftsmodelle erleichtern den Einstieg

Da beim Produktionsanlauf eines neuen Produkts die tatsächlich zu produzierenden Stückzahlen meist nur als Schätzungen bekannt sind, bietet Rohwedder seinen Kunden mehrere mögliche Geschäftsmodelle an, um kostengünstig in die automatisierte Mikromontage von Produkten einzusteigen. So besteht die Möglichkeit, Prototypen oder Kleinserien eines Produkts auf einer Rohwedder-eigenen MicRohCell compact mit eigenen oder mit Mitarbeitern von Rohwedder zu produzieren. Des Weiteren verfügt Rohwedder über ein exzellentes Netzwerk von Dienstleistern, die über eine oder mehrere Mikromontagezellen verfügen und die Produktion von Vor- oder Kleinserien gerne für Kunden übernehmen. Der Kunde muss lediglich in eine eigene Montageplatte investieren.

Die Abrechnung der Dienstleistung erfolgt dann je nach Geschäftsmodell auf Basis der produzierten Stückzahl, auf Tagesbasis oder als feste Rate. Erst später, wenn das Produkt in die Serienproduktion überführt wird, ist der Invest in eine eigene Montageanlage erforderlich. Somit wird das frühe Investment in einen Maschinenpark erst dann notwendig, wenn bereits klar ist, dass sich ein neues Produkt am Markt etablieren wird.

Das Konzept der modularen Mikromontagezelle bietet zu Beginn der Produktion eines Produkts auch die Möglichkeit, zwei, drei oder mehr Produkte auf einer Maschine zu produzieren. Erst zu einem späteren Zeitpunkt, wenn gestiegene Stückzahlen es erfordern, die Produktion mit weiteren Montagezellen und Montageplatten zu erweitern beziehungsweise anzupassen, müssen die Nutzer der Rohwedder-Lösung in weiteres Anlagenequipment investieren.

Ultrapräzise Positionierung mit sechs Freiheitsgraden

Als Erweiterung für die MicRohCell-compact bietet Rohwedder seit einiger Zeit den vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT) entwickelten »Commander6« an. Dabei handelt es sich um einen Mikromanipulator, der speziell für die ultrapräzise, sechsachsige Justage beispielsweise von Optik- oder Lasermontagen geeignet ist (**Bild 3**). Erste Anwendungen finden sich in:

- der aktiven Justage von Resonatorspiegeln,
 - der Justage von Fast-Axis-Collimation-Linsen für Laserdioden,
 - der Montage von Faserkoppelmodulen,
 - der Montage von Pumpoptiken für Festkörperlaser.
- Die bereits bekannte hohe Präzision der Grundmaschine wird vom Commander6 noch gesteigert. ▶

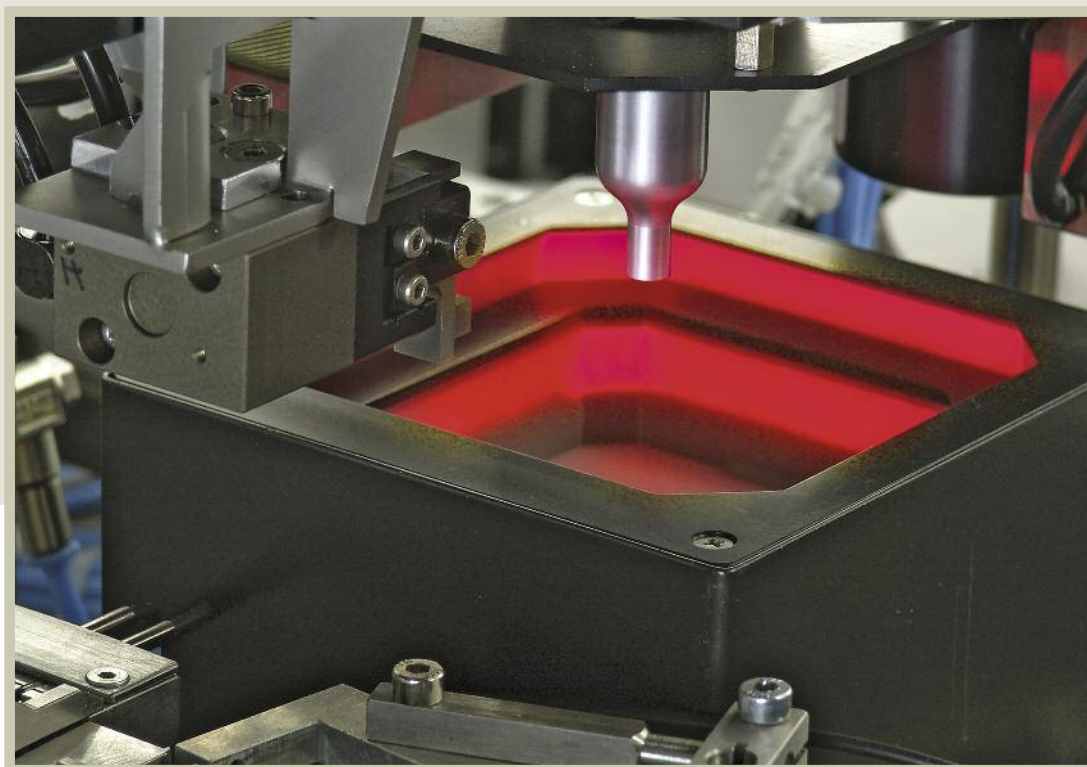


Bild 6. Objektkamera zur exakten Bauteilpositionierung und Prozessüberwachung

Es werden sehr kleine Schrittweiten von weniger als $0,05 \mu\text{m}$ sowie eine extrem hohe Wiederholgenauigkeit von weniger als $0,15 \mu\text{m}$ realisiert.

Der Mikromanipulator Commander6 wurde eigens für die automatisierte Justage mit höchster Präzision und Bewegungsauflösung in sechs Freiheitsgraden entwickelt. Winkelschrittweiten von wenigen Mikrorad sowie translatorische Schrittweiten im zweistelligen Nanometerbereich erlauben es, anspruchsvolle Montage- und Justageaufgaben im Bereich der Optik und Mikrooptik automatisiert zu bearbeiten (**Bild 4**).

Bisherige Einsatzgebiete für die Mikromontagezelle finden sich unter anderem bei der Montage von mechanischen Uhrwerken oder der Fertigung von miniaturisierten medizintechnischen Produkten. In Kombination mit dem Commander6 ist ein Einsatz jetzt auch bei der Montage von Strahlformungs- und Kollimationsoptiken und der Justage von Laserresonatoren möglich (**Bild 5**). Auch bei der Objektivmontage und vielen weiteren Anwendungsfällen ist der Commander6 einsetzbar.

Die Kinematik des Commander6 besteht aus einer parallelen Struktur mit drei längenunveränderlichen Streben, deren Fußpunkte jeweils auf einem beweglichen XY-Tisch verfahren werden können. Als Aktoren kommen Piezoschrittmotoren zum Einsatz, die eine extrem hohe Bewegungsauflösung im Nanometerbereich mit relativ großen Verfahrbereichen kombinieren.

Die Kinematik des Commander6 basiert vollständig auf Festkörpergelenken, mit denen sich die Bewegungen der Aktoren verlustfrei auf den Bauteilgreifer übertragen und sich unerwünschte Effekte wie Umkehrspiel oder Hysterese vermeiden lassen.

Der Mikromanipulator baut mit seinen Abmessungen von weniger als $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}^3$ extrem kompakt und weist trotzdem einen sehr großen Verfahrbereich vom $\pm 3 \text{ mm}$ auf. Es lassen sich außer Point-to-Point-Bewegungen und linearen Bahnen (Continuous Path) auch Bewegungsbereiche schrittweise abrastern oder der virtuelle Drehpunkt (Pivot-Point) frei im Raum setzen.

Der Commander6 ist mit einer eigenen Steuerung versehen, die in die Steuerungsarchitektur der Mikromontagezelle integriert ist. Eine einfache Handhabung und Programmierung ist somit sichergestellt.

Rohwedder Micro Assembly ist führender Anbieter von Systemlösungen und Standardprodukten im Bereich Mikromontagetechnik. Rohwedder-Automatisierungslösungen werden hauptsächlich in der Automobilzuliefer-, Telekommunikations- und Elektronikindustrie sowie in der Medizintechnik eingesetzt. ■

MI110188

AUTOR

Dipl.-Ing. (FH) RENÉ FATH ist Sales Manager bei Rohwedder Micro Assembly in St. Leon-Rot; rene.fath@rohwedder.com

COAUTOR

Dipl.-Ing. NICOLAS PYSCHNY ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie in Aachen; nicolas.pyschny@ipt.fraunhofer.de