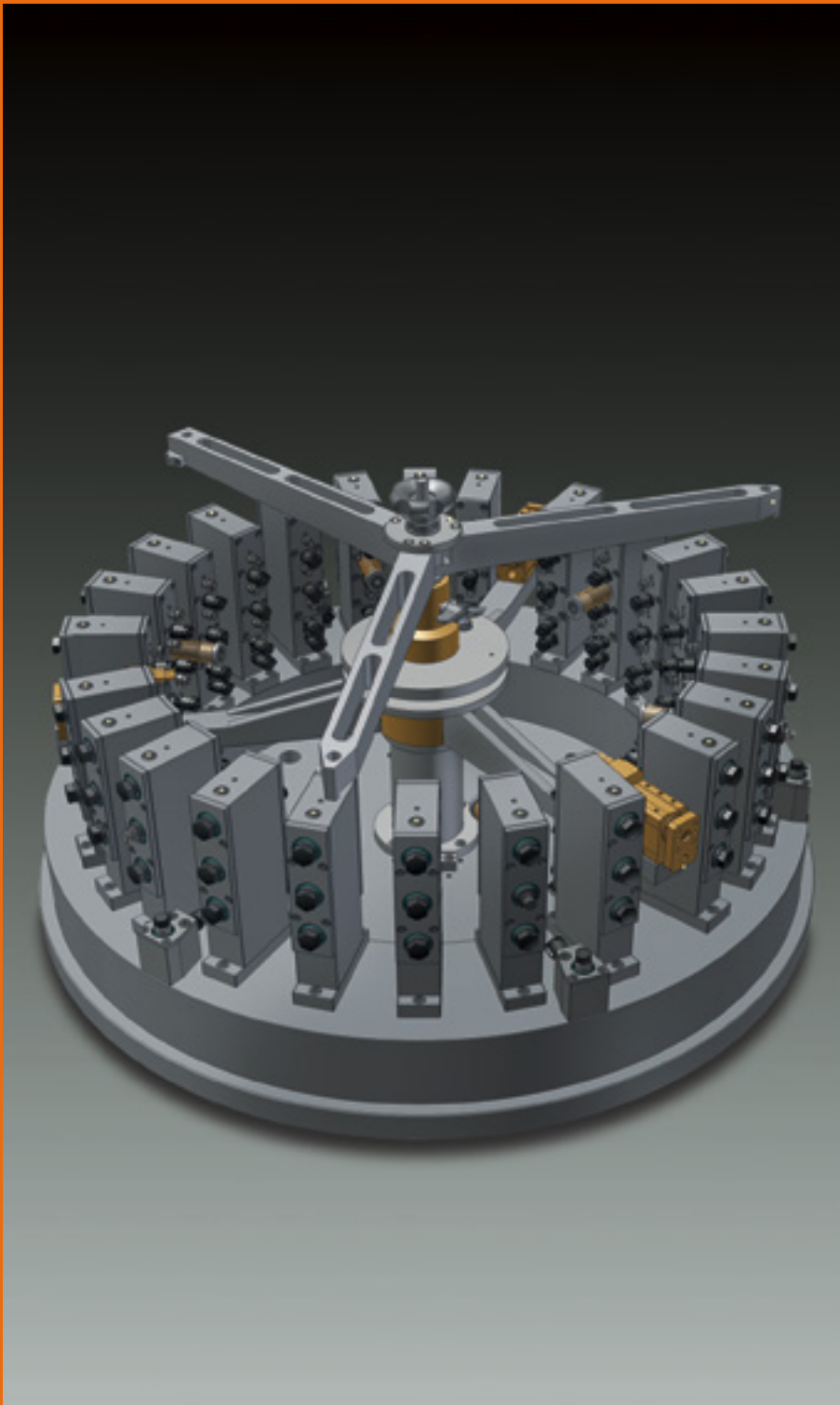
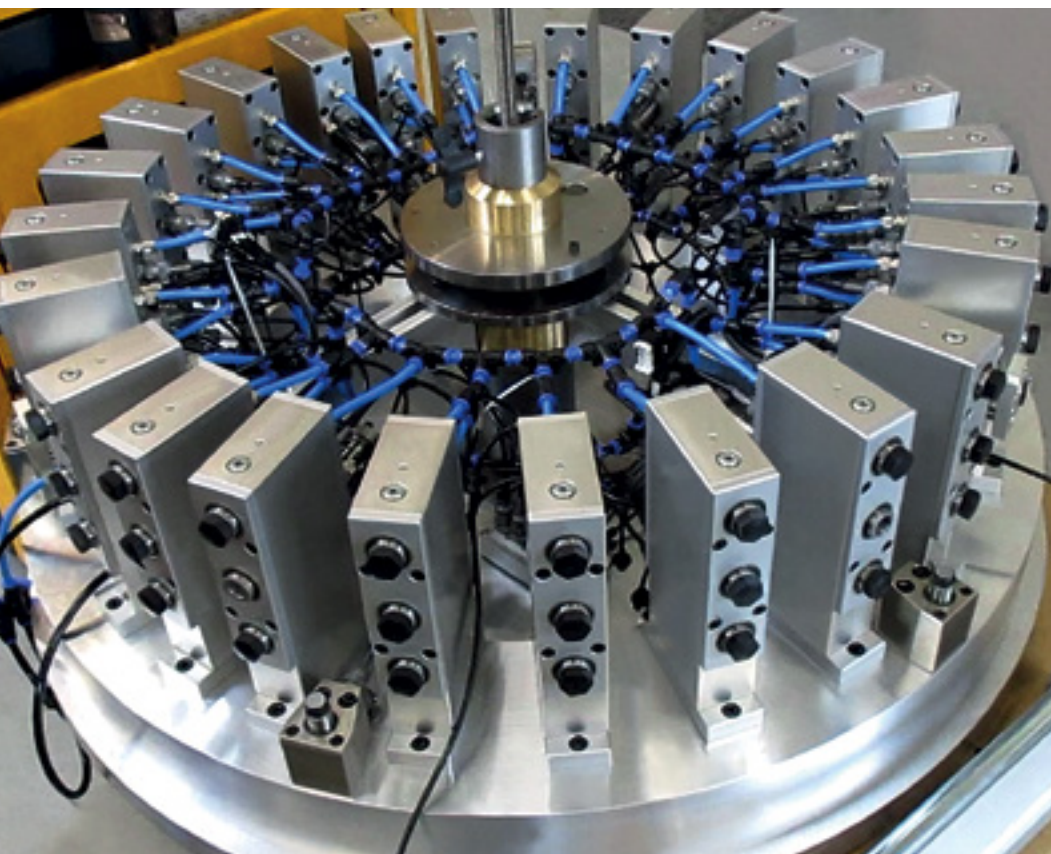


ADAPTIVES  
SPANNEN

FLEXIBLE  
VORRICHTUNG FÜR  
ANWENDUNGEN  
IN DER LUFT-  
UND RAUMFAHRT  
SOWIE WEITERE  
ANWENDUNGS-  
BEISPIELE



## ADAPTIVE VORRICHTUNG ZUM SPANNEN VON TRIEBWERKSTEILEN FÜR DIE LUFT- UND RAUMFAHRT.



*Vorrichtung ohne  
Werkstück.*

Unternehmen stehen immer wieder vor der Herausforderung, dünnwandige, formlabile Bauteile so zu spannen, dass eine präzise mechanische Bearbeitung erfolgen kann. Ziel ist es, das Bauteil mit einem möglichst hohen Formschluss gegen die aus dem Bearbeitungsprozess resultierenden Kräfte abzustützen. Wenn es sich dabei auch noch um ein Bauteil mit Freiformflächen handelt, kann der notwendige Zeitaufwand zum Spannen des Bauteils erheblich werden. In Abhängigkeit der Komplexität des Teils kann diese Aufspannzeit mehrere Stunden oder, wie in diesem Falle eines sogenannten Combustor-Rings, mehr als einen Tag betragen.

In der Regel haben unbearbeitete Composite-Bauteile Abweichungen in Bezug auf die Rundheit. Dies ist unter anderem der geringen Formstabilität geschuldet. Das Teil selbst kann oftmals schon durch geringe Kräfte deformiert werden. Hinzu kommen Abweichungen in der Bauteilhöhe, die ebenfalls durch die Vorrichtung kompensiert werden müssen.

Aufgrund dieser Ausgangsbedingungen war das vorrangige Ziel bei der Entwicklung eines neuartigen Aufspannsystems für derartige Bauteile die Reduzierung der Aufspannzeit von Stunden oder Tagen hin zu wenigen Minuten. Darüber hinaus sollte der manuelle Aufwand im Vergleich zu bereits existierenden Lösungen minimiert werden.

Kernelement des neuen Ansatzes ist ein Modul mit mehreren axial beweglichen Stößeln. Diese Stößel werden durch die bewährten KOSTYRKA®-Klemmhülsen sowohl geführt als auch hydraulisch geklemmt. Das Ausfahren der Stößel erfolgt hierbei pneumatisch, der Rückhub über eine eingebaute Feder. Aufgrund einer speziellen Luftführung kann sowohl die Ausfahrgeschwindigkeit der Stößel als auch die Kontaktkraft am Bauteil über den Pneumatikdruck bzw. den Luftstrom reguliert werden.

Weiterhin ist es möglich, Stößel zu unterschiedlichen Zeitpunkten auszufahren. Damit kann – je nach Form des Bauteils – eine Verlagerung des Bauteils aufgrund der Kontaktkräfte vermieden werden. Beispielsweise kann ein Stößel, je nach Lage des Kontaktpunktes zur gewölbten Oberfläche, eine auf- oder abwärts gerichtete Kraft auf das Bauteil übertragen.

Nachdem alle Stößel am Bauteil anliegen, werden diese mit Hilfe von KOSTYRKA®-Klemmhülsen in ihrer Position geklemmt. Somit stellen die geklemmten Stößel die Negativform des Bauteils dar. Je mehr Stößel zum Einsatz kommen, desto formgenauer wird die Vorrichtung. Liegt kein Hydraulikdruck mehr an, fahren die Stößel zurück und ein neues Bauteil kann abgeformt werden.

Bevor die Stößel in Kontakt mit dem Bauteil gebracht werden, erfolgt bei dieser Vorrichtung die Ausrichtung des Bauteils in z-Richtung. Als Referenz dient hierzu der obere Rand des Bauteils. Dazu werden drei sternförmig angeordnete Arme, welche auf dem Rand aufliegen, auf einen mechanischen Anschlag niedergedrückt. Dieser Anschlag stellt die reproduzierbare Ausrichtung des Bauteils in z-Richtung dar. Gleichzeitig werden die federangestellten Unterstützer, auf denen das Bauteil aufliegt, auf die entsprechende Höhe niedergedrückt. Abgeschlossen wird dieser Vorgang durch das hydraulische Klemmen der Auflagebolzen. So können Unterschiede



*Stößel-Modul.*

in der Bauteilhöhe kompensiert werden und der obere Rand des Bauteils ist immer in derselben Höhe.

Weiterhin ist bei dieser Vorrichtung eine Zentrier-einheit integriert. Diese richtet die Mittelachse des Bauteils zur Mittelachse der Vorrichtung aus. Die Einheit besteht aus drei Linearaktoren, die jeweils 120° versetzt angeordnet sind. Das Ausfahren der einzelnen Aktoren geschieht simultan, so dass das Bauteil zur Mittelachse der Vorrichtung ausgerichtet wird. Da das Bauteil nicht exakt rund ist, ergibt die Zentrierung auch nur eine Annäherung an die ideale Konzentrität von Bauteil und Vorrichtung. Diese Zentrierung erfolgt ebenfalls vor dem axialen Ausfahren der Stößel.

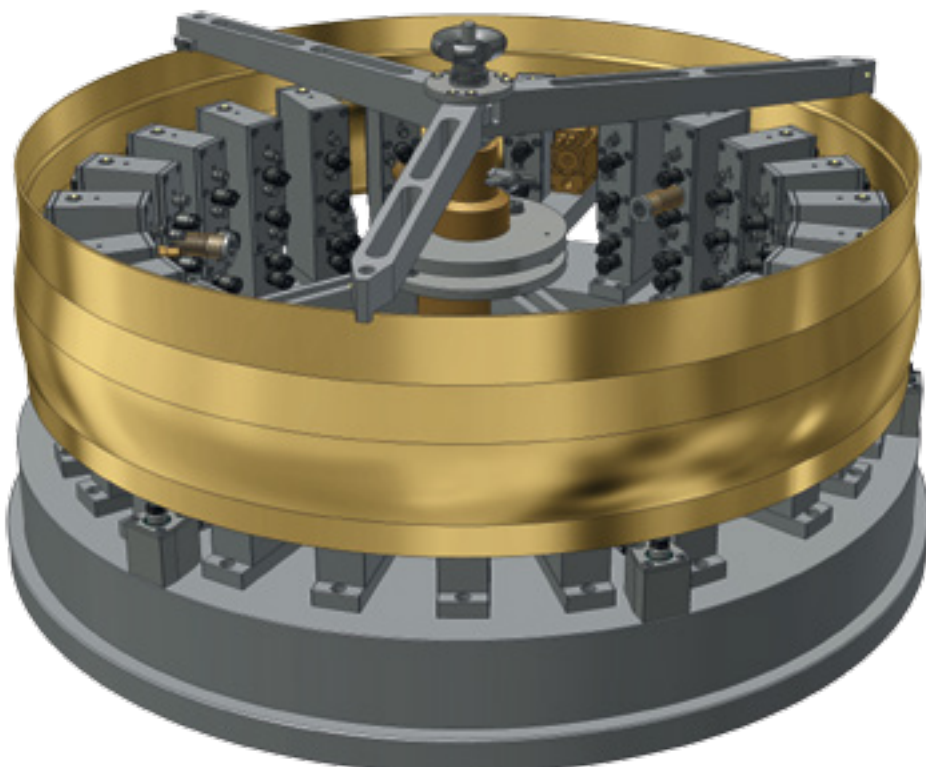
Nachdem all die beschriebenen Schritte durchgeführt wurden, können die Hydraulikleitungen abgekoppelt werden. Spezielle Verschraubungen erlauben das Abkoppeln, ohne dass der aufgebaute Hydraulikdruck abfällt. Damit stehen alle hydraulisch aktivierten Klemmhülsen (in diesem Fall 72 für die radialen Stößel und sechs für die Unterstützer) unter Druck, auch wenn die Hydraulikleitung abgekoppelt ist. Nachdem auch die Pneumatikleitung entfernt wurde, können sowohl die Höheneinstellung als auch die Zentriereinheit aus der Vorrichtung entfernt werden. Damit wird die Zugänglichkeit des kompletten Arbeitsbereiches ermöglicht.

Die Vorrichtung mit dem Bauteil ist nun komplett autark und kann zur Maschine transportiert werden. Bei dieser Vorrichtung wird die Indexierung in der

Maschine über ein Nullpunkt-Spannsystem realisiert, welches unter der Grundplatte der Vorrichtung angebracht ist.

Das Aufspannen des Combustor-Rings auf der Vorrichtung mit den beschriebenen Hilfsmitteln braucht lediglich einige Minuten. Damit ist eine erhebliche Zeiteinsparung gegenüber der bisherigen Methode erreicht worden.

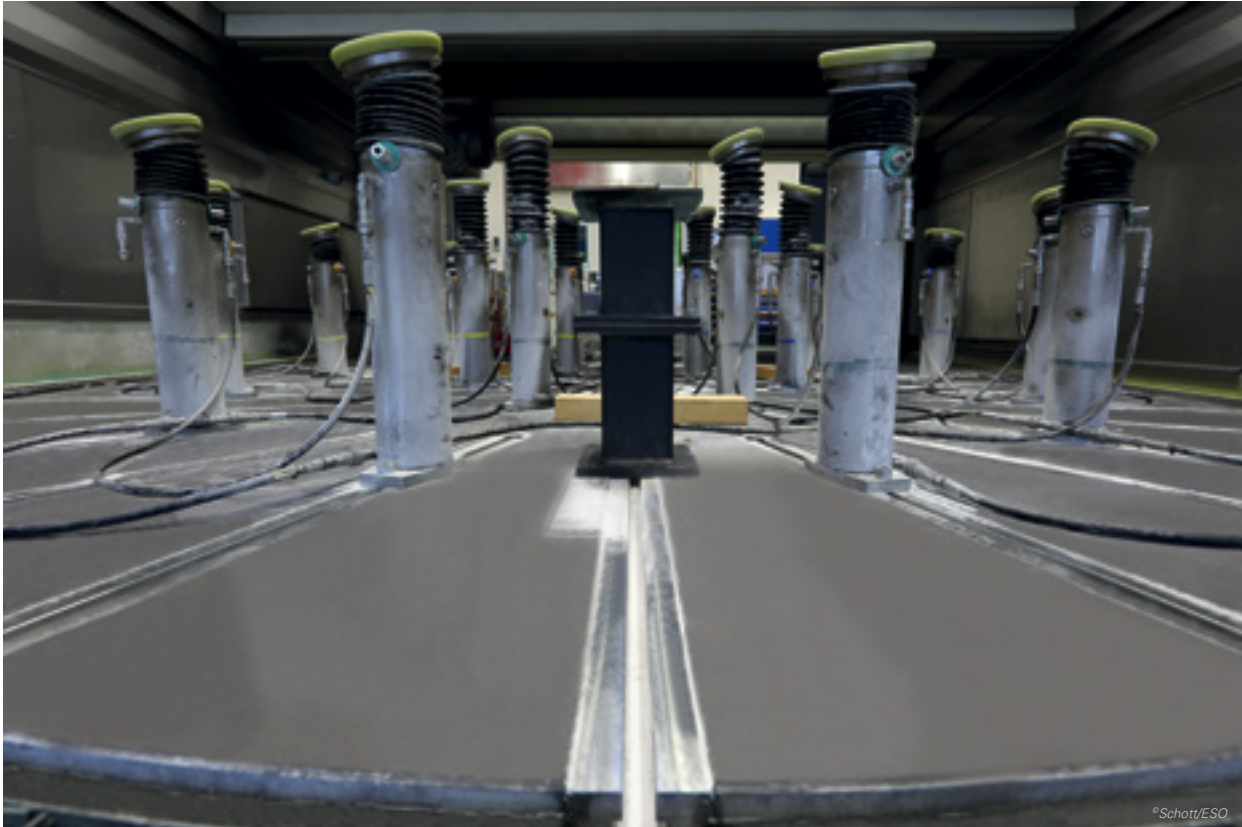
Die gleichen Module und dieselbe Funktionalität können auch zum Spannen des Bauteils an seiner Außenseite verwendet werden. Zum Aufbau der Vorrichtung ist lediglich eine größere Grundplatte erforderlich. Somit kann auch die Innenkontur des Bauteils bearbeitet werden. Dies zeigt das Potential dieses neuen Ansatzes des adaptiven Spanns.



*Vorrichtung mit aufgespanntem Combustor-Ring.*



## ANPASSBARE VORRICHTUNG FÜR DEN WELTGRÖSSTEN KONVEXSPIEGEL-ROHLING.



Vorrichtung  
ohne Rohling.

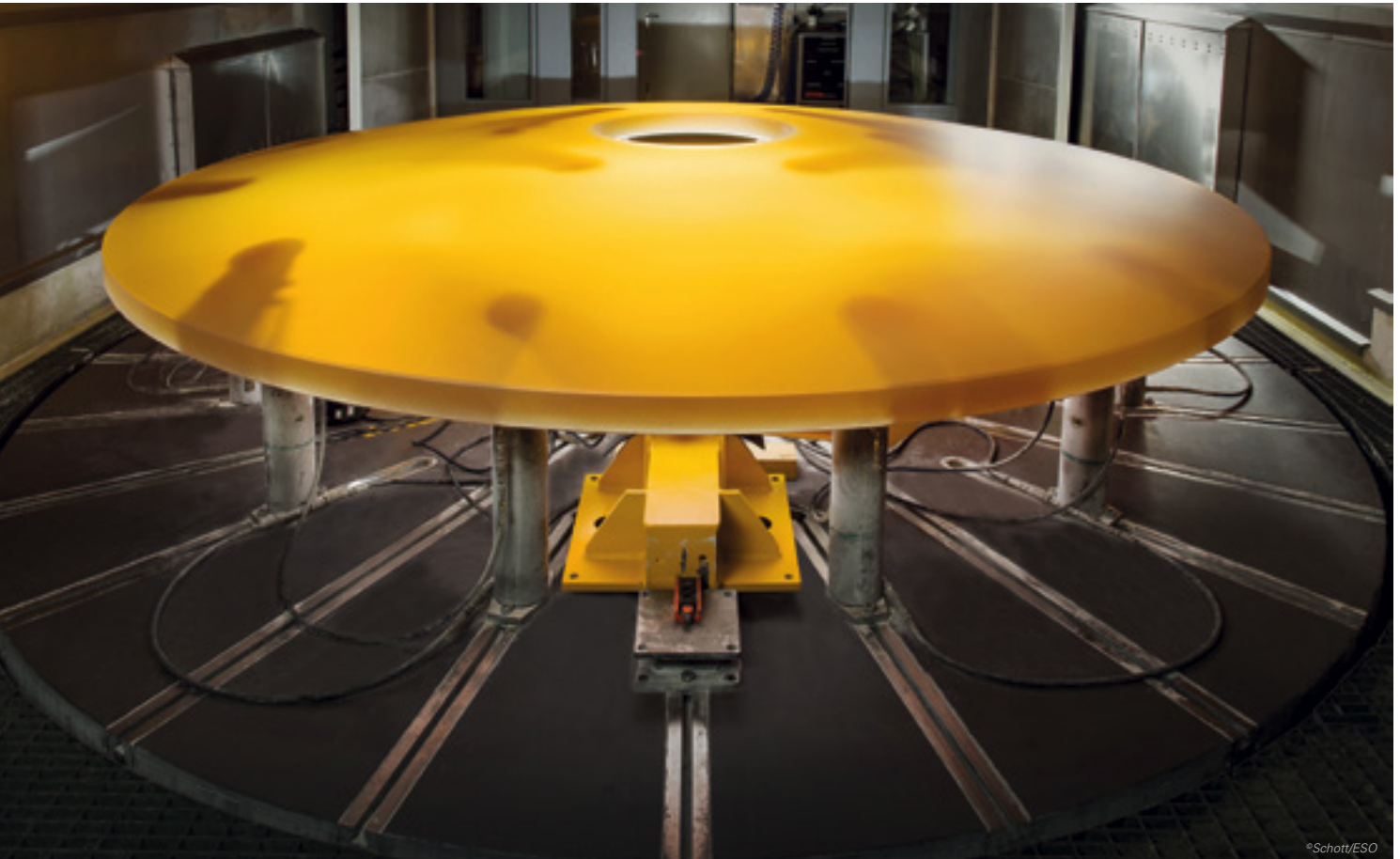
Diese Vorrichtung wurde für den 10 Tonnen schweren Rohling des Mirror 2 des E-ELTs – European Extremely Large Telescope – konzipiert. Es ist der größte Spiegelträger, der je gefertigt wurde. Dieser Spiegel wird über dem 39 Meter Hauptspiegel des Teleskopes hängen, welches gegenwärtig auf dem Cerro Armazones, einer über 3000 m hohen Bergkuppe in der chilenischen Atakama Wüste, errichtet wird.

Innerhalb eines Jahres wurde der Rohling auf seine endgültige konvexe asphärische Form mit einer Dicke von lediglich 100 mm und einer Masse von drei Tonnen geschliffen.

Der Grundaufbau der Vorrichtung, die den Rohling während des gesamten Prozesses in Position hält, basiert auf drei Gruppen, jede mit sechs hydraulisch einstellbaren und individuell klemmbaren Unter-

stützern. Dabei stellt jede Gruppe jeweils ein kommunizierendes Gefäß dar. Neben dem Hydraulikaggregat besitzen die Unterstützer auch KOSTYRKA®-Schraubpumpen, mit denen minimalste Ölmengen in das System eingebracht werden können. Somit können die Unterstützer sehr genau auf und ab bewegt und damit der Rohling mit Hilfe geeigneter Messtechnik exakt eingerichtet werden.

Nach dem Ausrichten des Bauteils werden die Unterstützer mit KOSTYRKA®-Klemmhülsen in ihrer Position hydraulisch geklemmt. Diese Hülsen sind in der Lage, die eingestellten Unterstützer in der korrekten Position über die erforderlichen Bearbeitungszeit zu halten – ohne Verlagerung auch über einen langen Zeitraum, selbst unter der Last von mehreren Tonnen.



©Schott/ESO

Vorrichtung  
mit dem  
Spiegelrohling  
in der  
Schleifmaschine.



Einzelner  
Unterstützer.

Eine der Hauptforderungen an das System ist der Schutz vor Abrasion aus dem Schleifprozesses. Alle beweglichen Teile, besonders die Stützbolzen, sind mit Abstreifern und Faltenbalgen vor diesen Arbeitsbedingungen geschützt. Nur so ist es möglich, dass die Vorrichtung unter diesen Bedingungen sehr genau arbeitet.

Für unterschiedliche Rohlinge können die Unterstützer über in der Maschine integrierte Schienen verschoben werden. Damit kann die Vorrichtung an die unterschiedlichen Größen der Rohlinge angepasst werden. Die optimale Position der Unterstützer hinsichtlich einer minimalen Verformung des Rohlings wird dabei mit Hilfe FEM-Berechnungen ermittelt.

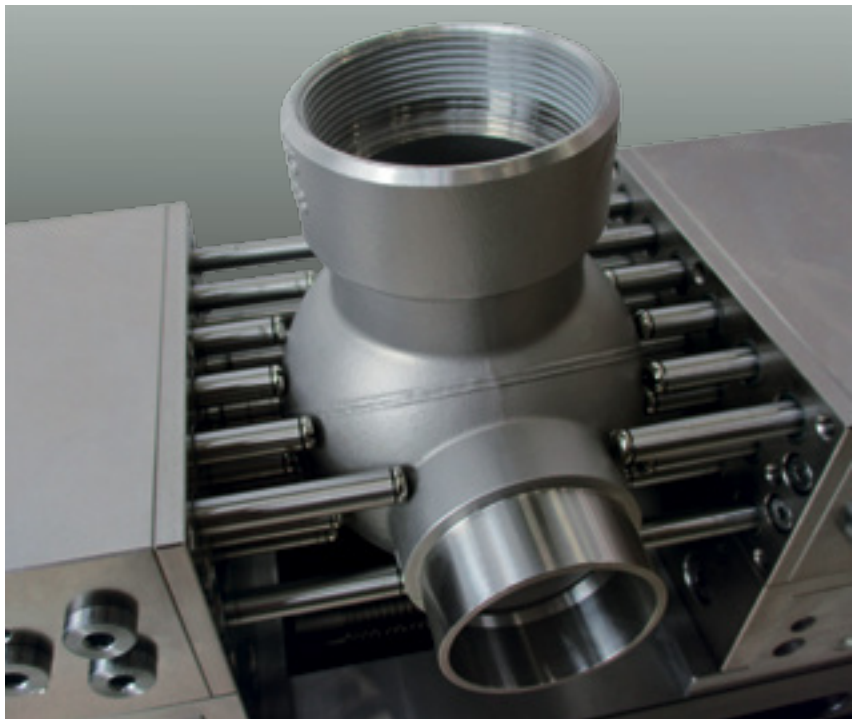
## FLEXIBLE STÖSSELBACKEN FÜR NAHEZU JEDES WERKSTÜCK.

Die adaptiven Stößelbacken von KOSTYRKA erlauben die schnelle und exakte Abformung nahezu jeder Werkstückkontur. Es lassen sich so innerhalb von Sekunden formspezifische Spannbacken schaffen. Dazu legen sich axial verstellbare Stößel an die Werkstückkontur an und stellen so einen Formschluss zum Werkstück her. Die Bewegung der Stößel erfolgt entweder über eine eingebaute Feder oder pneumatisch. In dieser Lage werden die Stößel dann hydraulisch durch die bewährten KOSTYRKA®-Klemmhülsen gespannt. Nebeneffekt des entstandenen Formelements ist eine Reduzierung der tatsächlich erforderlichen Spannkkräfte durch einen Formschlussanteil.

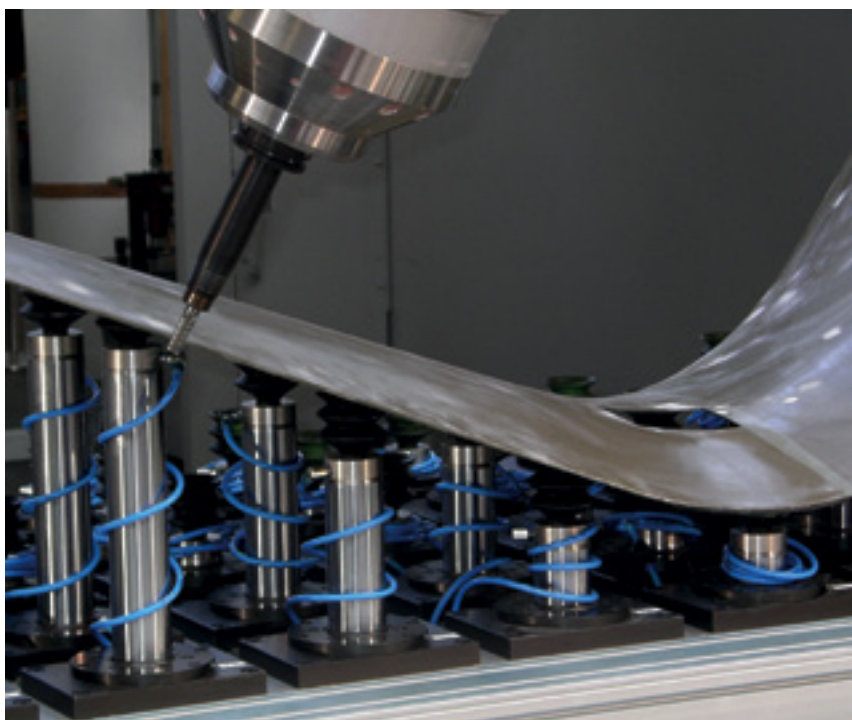
Das Stößel-Spannsystem eröffnet ein breites Feld an unterschiedlichsten Einsatzmöglichkeiten beginnend von der mechanischen Bearbeitung von Freiformflächen oder Gussteilen über Prototypen bis hin zu Aufgaben in der Montage. Dabei können die Formelemente als Aufsatzbacken für konventionelle Schraubstöcke, als Abstützelemente oder auch in Verbindung mit Robotergreifer eingesetzt werden.

### **Vorteile**

- Keine axiale oder radiale Verschiebung der Stößel während des Klemmenvorgangs
- Komplett abgedichtet
- Vollständig automatisierbar
- Nahezu unbegrenzte Größe des Stößelfeldes
- Kundenspezifische Lösungen  
(Durchmesser, Hub, Anzahl Stößel, usw.)



*KOSTYRKA® Stößelbacken.*



*Unterstützer mit Vakuumsaugern.*



### **Auszug aus der Kundenliste**

ABB Robotics GmbH  
Boeing Company, USA  
Carl Zeiss Gruppe  
Daimler AG  
Deckel Maho Pfronten GmbH  
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG  
F. Zimmermann GmbH  
FIBRO GmbH  
Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH  
General Electric Company, USA  
GKN Aerospace GmbH  
Hilti Aktiengesellschaft, Liechtenstein  
Hyundai Motor Company, Süd Korea  
INA Tooling Technique Pvt. Ltd., Indien  
INDEX-Werke GmbH & Co. KG Hahn & Tessky  
Israel Aerospace Industries Ltd., Israel  
Japan Machinery Company Ltd., Japan  
Lindauer DORNIER GmbH  
MAN Nutzfahrzeuge Vertrieb GmbH  
Maschinenfabrik Berthold Hermle AG  
Robert Bosch GmbH  
Romheld Automation Pty. Ltd., Australien  
Schott AG  
Siemens AG  
Sonnett Co. Ltd, China  
Starrag Technology GmbH  
Steinway & Sons Pianoforte-Fabrikanten  
Swarovski AG, Österreich  
ThyssenKrupp AG  
TRUMPF GmbH + Co. KG  
Waldrich Siegen Werkzeugmaschinen GmbH  
ZF Friedrichshafen AG

### **KOSTYRKA GmbH**

Dieselstraße 6  
70839 Gerlingen

Telefon +49 (0) 71 56 - 1 76 73-0  
Fax +49 (0) 71 56 - 1 76 73-30

info@kostyrka.com  
www.kostyrka.com