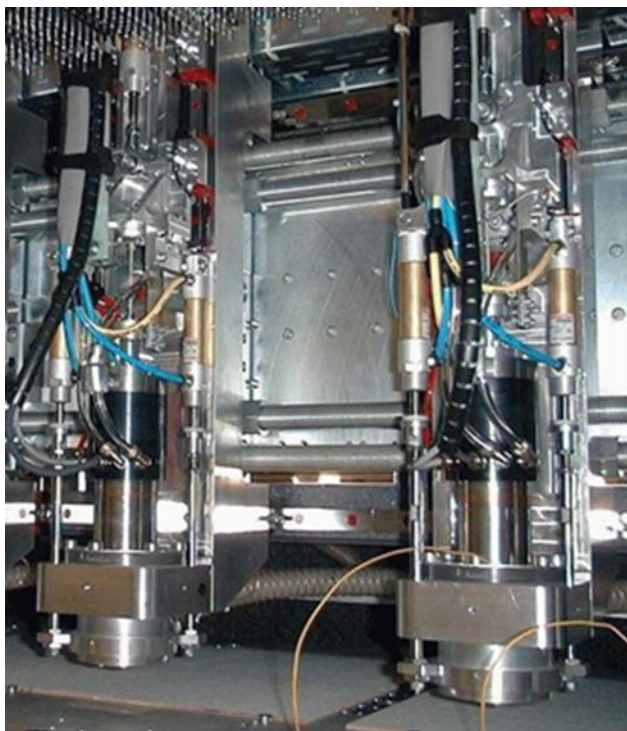
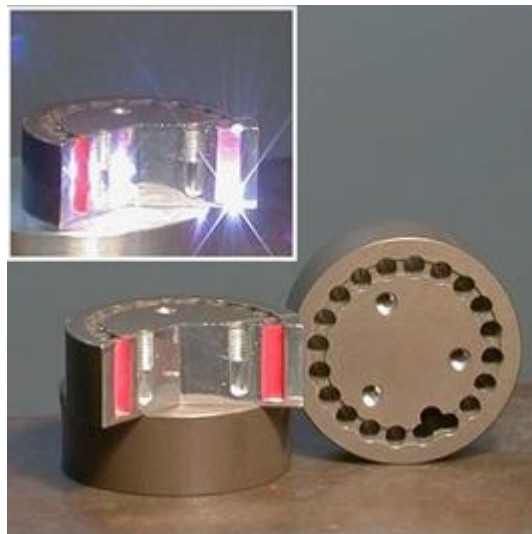


Luftlager

Die Basistechnologie mit Laser-gebohrten Mikrodüsen ermöglicht das effizienteste Luftlager überhaupt

Die Mikrodüsen werden automatisiert mit dem Laser in höchster Qualität und Reproduzierbarkeit gebohrt. Die physikalischen Eigenschaften der Luftlager weisen bei kleinen wie bei großen Serien geringste Streuungen auf. Manuelle, kostenintensive Fertigungsschritte wie bei konventionellen Luftlagern nötig, entfallen.

Laserbearbeitung
(Schnitt durch ein
ebenes Lagerelement)



Luftlagerbuchse im Serieneinsatz
(Leiterplattenbohrmaschine)

Niedrige Betriebskosten werden durch einen optimierten Luftverbrauch garantiert.

Wir liefern Standard-Luftlager oder kundenspezifische Systemlösungen. Unser breites Produktspektrum reicht von Luftlagern für Großserien bis zu komplexen Hochleistungsantrieben.

Unsere Luftlager weisen eine große Anzahl an Mikrodüsen auf, die gezielt mit dem Laser gebohrt werden. Ihre Tot- Volumina sind verschwindend gering gegenüber allen anderen Luftlagern. Anzahl, Anordnung und Geometrie der Mikrodüsen werden genau berechnet. Auf diese Weise können die Lagereigenschaften bestmöglich an die Kundenwünsche angepasst werden. Die große Anzahl an Düsen erlaubt eine nahezu unbegrenzte Variation zwischen den statischen und dynamischen Eigenschaften. Dadurch ist diese Luftlagertechnologie allen anderen in jeder Hinsicht weit überlegen. Die Lagereigenschaften bieten Möglichkeiten in der Umsetzung, die weit über die Lösungen konventioneller Luftlager hinausgehen.

- ❖ Beschleunigungen über 1000 m/s^2 bei Linearantrieben oder sogar über 100000 m/s^2 bei Stoßantrieben aufgrund der hohen Dämpfung und dynamischen Steifigkeit
- ❖ Positionierung im Sub-Nanometer-Bereich aufgrund des verschwindend geringen Rauschens
- ❖ Dichtungsfreies Übertragen von Versorgungsgasen oder Vakuum bei Dreh- oder Linearantrieben über den Lagerspalt aufgrund gezielter Luftführung

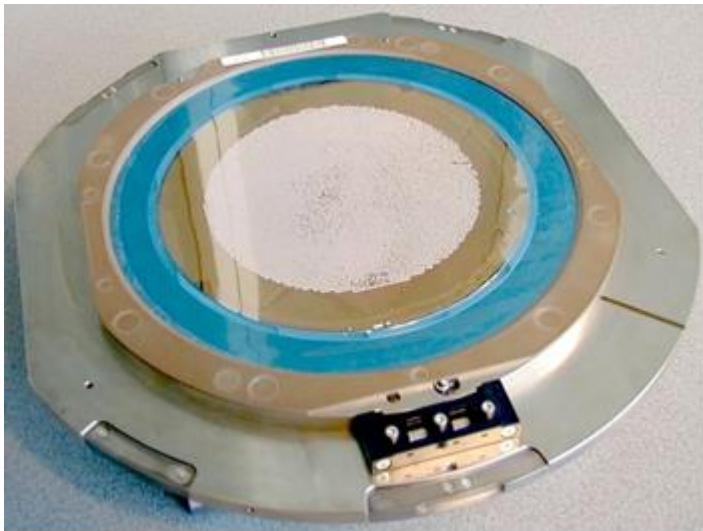
Die Vielzahl an Mikrodüsen anstatt weniger großer Düsen verhindert bei den Luftlagern dynamisch schädliche Tot-Volumina. Tot-Volumina sind alle Hohlräume, in denen die Luft bei Lagerspaltänderung nicht komprimiert werden kann. Sie stellen eine weiche Gasfeder dar, die zum Schwingen anregt. Zu den Tot-Volumina zählen insbesondere Kammern und/oder Kanäle, wie sie konventionelle Luftlager aufweisen, um die Luft gleichmäßig zu verteilen und den Druck im Lagerspalt zu erhöhen. Ebenso schädlich wirken sich bei Luftlagern aus porösem Lagermaterial (Sinterluftlager) die Hohlräume im Material aus. Bei unseren Luftlagern wird das effektive, nahezu ideale Druckprofil im Lagerspalt durch die Vielzahl an Mikrodüsen mit typischen Durchmessern zwischen $0,02 \text{ mm}$ und $0,06 \text{ mm}$ erreicht. Ihr engster Querschnitt liegt unmittelbar in der Lagerfläche. Damit wird nicht nur in der Lagerfläche, sondern auch im Bereich der Luftpfeilerdüsen ein Totvolumen verhindert.

Luftlagerung einer Hochfrequenz-Spindel für das Leiterplattenbohren



Vorteile unserer Luftlager-Technologie:

- ❖ effiziente Nutzung des Luftpolsters durch das gleichförmige Druckniveau (nahe der physikalischen Grenzen) im gesamten Lagerspalt;
- ❖ optimale Kombination der statischen und dynamischen Luftlagereigenschaften;
- ❖ höchstmögliche Flexibilität zur Einstellung aller Luftlagereigenschaften: so kann z.B. auf maximale Tragkraft, Steifigkeit, Kippsteifigkeit, Dämpfung oder minimalen Luftverbrauch bei bestimmten Lagerspalthöhen (jeweils auch in Kombination) optimiert werden;
- ❖ höchste Genauigkeit, z.B. in der Messtechnik, aufgrund verschwindend kleiner Störbewegungen (< 2 Nanometer) durch die physikalisch kleinstmögliche Rauschanregung
- ❖ deutlich höhere Kippsteifigkeit als konventionelle Luftlager, bei denen die Luft im Spalt über die Kanäle von den belasteten zu den unbelasteten Stellen abfließt;
- ❖ Schwingungsfreiheit im gesamten Betriebsbereich auch bei sehr hohen Versorgungsdrücken (in Abstimmung sind auch deutlich über 10 bar möglich);
- ❖ höchste Funktionssicherheit durch die hohe Anzahl an Lufteinströmdüsen: ein Verstopfen der Düsen durch Partikel ist faktisch ausgeschlossen (kein einziger Ausfall im Serienbetrieb), da ihr Durchmesser wesentlich größer als die Lagerspalthöhe ist;
- ❖ Möglichkeit zur Anpassung der Lagereigenschaften auf Verformungen/Toleranzen der Lager- und Gegenflächen;
- ❖ Verwendbarkeit für sehr viele Lagermaterialien und Beschichtungen nachgewiesen;



Chuck mit integriertem
luftgelagerten Hubantrieb

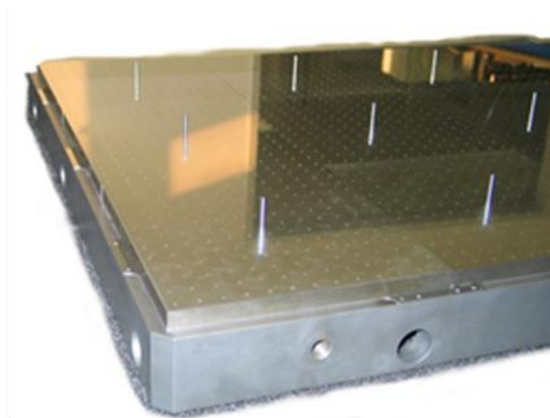
Anwendungen:

Automobil Technologie

Im Automobilbau erhöhen wir mit unseren luftgelagerten Lösungen die Genauigkeiten von Messungen sowie die Produktivität und Lebensdauer von Produktionsanlagen.

Flat Panel Technologie

Für die Herstellung von Flat Panel Displays und verschiedene Anwendungen in der Halbleiterproduktion haben wir gemeinsam mit unserem Partner in Japan zahlreiche luftgelagerte Antriebssysteme mit einer oder mehreren Achsen entwickelt. Hunderte von Systemen sind seit dem Jahr 2003 in Serie. Darüber hinaus entwickeln und fertigen wir kundenspezifische Lösungen, wie z.B. Präzisions-Chucks mit integrierten Funktionen oder hoch-sensible Messvorrichtungen und Handhabungsmodule.



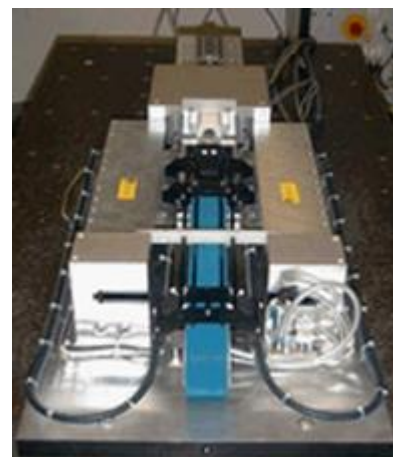
Chuck mit integriertem Luft-/Vakuumlager und Liftpins.
(Ebenheit von 5 μm bei einer aktiven Fläche von 0,72 m² und einer Bauhöhe von nur 80 mm)

Luftlagerung für Inspektionsgerät

Der Chip zur Vermessung von Wafern und Flat Panels muss sehr genau und ohne Berührung über die Oberfläche geführt werden. Dazu ist der Chip direkt in die Lagerfläche integriert. Seine maximale Abstandsänderung von der Oberfläche, d.h. die Schwankung der Spalthöhe des Luftlagers, ist kleiner 0,5 μm . Beim Aufsetzen dürfen Luftlager und Chip die zu vermessende Oberfläche nicht berühren. Als Aktor für die Auf- und Abbewegung dient ein Pneumatikkolben, der aus Gründen der Reproduzierbarkeit ebenso luftgelagert ist. Über den Luftdruck wird die Vorspannkraft auf das Luftlager und damit die Lager spaltheöhe eingestellt.

Linearantriebe

kundenspezifischer Systementwicklungen: Das breite Feld reicht von ultrapräzisen Antrieben für die Messtechnik, über komplexe Multifunktional-systeme für die Elektronik- und Halbleiter-produktion, bis hin zu kostengünstigen Antrieben für die Automatisierungstechnik.



Luftgelagerter Linearantrieb für höchste Dynamik

Medizin Technologie

Fett-/Öl-freie Antriebe für Atemgeräte, Stick-Slip-freie Bewegungen bei Scannern oder hohe Drehzahlen bei großen Rotoren: all das haben wir bereits mit Luftlagern erfolgreich gelöst.

Pick & Place Technologie

Die Anwendungen sind bevorzugt im Back End (Halbleiter-Produktion), beim SMT Bestücken und in der Pharma-Produktion.



Luftgelagerter Computer-Tomograph

Produktionstechnologie

Meist sind Stick-Slip-freie Bewegungen und/oder geringste Kräfte gefragt. Die Fett-/Öl-Freiheit auch bei hochdynamischen Bewegungen mit kurzen Hübten setzt unsere Luftlager-Technologie ideal um.

Solar Technologie

In der Solarindustrie können wir zur Produktivitätssteigerung und zur Reduktion des Substratbruchs beitragen. Mit innovativen Lösungen auf Basis unserer Luftlagertechnologie öffnen wir mit quasi kraftfreien Saugern und Stick-Slip-freien Lagern bis zu höchsten Temperaturen neue Perspektiven beim Transport, beim Handling und bei der Bearbeitung von Dünnschicht- und Siliziumzellen.

Spindeln

Im Bereich Leiterplattenbohren, einer der Schlüsselbereiche für Luftlager, sind verschiedene unserer Produkte als Technologieführer für Luftlager fest etabliert. Inzwischen reicht das breite Spektrum an Spindeln von Kleinstspindeln mit geringster Reibung bis hin zu Spindeln mit Drehzahlen von über 300.000 1/min. Luftgelagerte Spindeln können hinsichtlich ihrer statischen wie dynamischen Eigenschaften bereits in der Konzeptphase umfassend bis in höchste Drehzahlbereichen simuliert werden. So sind selbst Anwendungen für die Automobilbranche in Entwicklung.

Textil Technologie

Im Bereich der Textilindustrie stehen Energieeinsparung, Produktivität und Zuverlässigkeit im Vordergrund. Unsere Luftlager ebnen mit zwei Erfindungen für die Garnherstellung den Weg für Lösungen, von denen Ingenieuren lange "geträumt" haben: Das Rotorspinnen mit Direktantrieb (ohne Riemen) und das Ringspinnen mit höherer Produktivität. Die Lösungen zeigen, welche Möglichkeiten im Luftlager stecken, wenn sich Know-how und Kreativität gegenseitig ergänzen.

Ausführungs-Varianten.

Wir bieten unsere Standardlager in verschiedenen Varianten für die Anbindung im Gesamtsystem an:

Lager mit flexibler Anbindung über einen **Bolzen mit Kugelgelenk**. In dieser Ausführung werden Standardlager typischerweise im Markt angeboten.

Lager mit **hoch-steifem Gelenk** anstatt eines konventionellen Bolzens mit Kugelgelenk. Damit wird die Steifigkeit des Gesamtsystems erheblich gesteigert

Lager mit **integriertem Kolben** zur Vorspannung statisch bestimmter Lagerungen.

Unsere rechteckigen Lager bieten wir zusätzlich auch mit **Festansatz** für besonders steife Lagerungen bei höchster Führungsgenauigkeit an.

Weitere Ausführungen, z.B. Lager mit integrierter **Vakuum- oder Magnetvorspannung** sowie aus **alternativen Materialien** setzen wir in zahlreichen Applikationen ein. Gemeinsam mit Ihnen arbeiten wir gerne die beste Lösung aus.

| Rechteckige ebene Standard-Luftlager | | | |
|---|------------|---------------------------------------|--|
| Typ | Maße | empfohlene. Maximallast | Max. statische Steifigkeit |
| AL-54-24-HD+F Festansatz | 54mmx24mm | 430 N (5 bar / 5,5 µm Spalthöhe) | 52 N/µm (5 bar / 8 µm Spalthöhe) |
| AL-69-50-HD Hoch-steifes Gelenk oder integrierter Kolben | 69mmx50mm | 1 100 N (5 bar / 6,4 µm Spalthöhe) | 125 N/µm (5 bar / 7,8 µm Spalthöhe) |
| AL-75-55-HD Hoch-steifes Gelenk oder integrierter Kolben | 75mmx55 | 1 200 N (5 bar / 5,2 µm Spalthöhe) | 170 N/µm (5 bar / 5,8 µm Spalthöhe) |
| AL-80-40-HD+F Festansatz | 80mmx40mm | 960 N (5 bar / 6 µm Spalthöhe) | 150 N/µm (5 bar / 6,8 µm Spalthöhe) |
| AL-90-71-HD Hoch-steifes Gelenk oder integrierter Kolben | 90mmx71mm | 2 000 N (5 bar / 5,8 µm Spalthöhe) | 250 N/µm (5 bar / 7 µm Spalthöhe) |
| AL-98-79-HD Hoch-steifes Gelenk oder integrierter Kolben | 98mmx79mm | 2 400 N (5 bar / 5,5 µm Spalthöhe) | 310 N/µm (5 bar / 6 µm Spalthöhe) |
| AL-110-55-HD+F Festansatz | 110mmx55mm | 1 820 N (5 bar / 7,2 µm Spalthöhe) | 285 N/µm (5 bar / 7,5 µm Spalthöhe) |
| AL-110-55-HD+B konventioneller Kugelbolzen | 110mmx55mm | 1 750 N (5 bar / 6,5 µm Spalthöhe) | 200 N/µm (5 bar / 7,5 µm Spalthöhe) |

| Runde ebene Standard-Luftlager | | | |
|---------------------------------------|-----------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Typ | Ør | empfohlene. Maximallast | Max. stat. Steifigkeit |
| | | dynamische Anwendung HD | |
| AL-12-HD | 12 mm | 25 N (5 bar/ 6,5 µm Spalthöhe) | 3,8 N/µm (5 bar/ 7,5 µm Spalthöhe) |
| AL-18-HD | 18 mm | 65 N (5 bar/ 5,8 µm Spalthöhe) | 9 N/µm (5 bar/ 7 µm Spalthöhe) |
| AL-24-HD | 24 mm | 120 N (5 bar/6,5 µm Spalthöhe) | 18 N/µm (5 bar/ 7 µm Spalthöhe) |
| AL-30-HD/HS | 30 mm | dynamische Anwendung HD: | |
| | | 190 N (5 bar/6,8 µm Spalthöhe) | 25 N/µm (5 bar/ 8 µm Spalthöhe) |
| | | präzise Anwendung: HS | |
| | | 190 N (5 bar/4,3 µm Spalthöhe) | 40 N/µm (5 bar/ 5 µm Spalthöhe) |
| AL-45-HD/HS | 45 mm | dynamische Anwendung HD: | |
| | | 470 N (5 bar/6,5 µm Spalthöhe) | 65 N/µm (5 bar/ 7 µm Spalthöhe) |
| | | präzise Anwendung HS: | |
| | | 470 N (5 bar/4,3 µm Spalthöhe) | 85 N/µm (5 bar/ 4,8 µm Spalthöhe) |
| AL-60-HD/HS | 60 mm | dynamische Anwendung HD: | |
| | | 800 N (5 bar/6,5 µm Spalthöhe) | 110 N/µm (5 bar/ 7 µm Spalthöhe) |
| | | präzise Anwendung HS: | |
| | | 800 N (5 bar/4,3 µm Spalthöhe) | 145 N/µm (5 bar/ 4,8 µm Spalthöhe) |
| AL-80-HD/HS | 80 mm | dynamische Anwendung HD: | |
| | | 1500 N (5 bar/ 6,3 µm Spalthöhe) | 205 N/µm (5 bar/ 7 µm Spalthöhe) |
| | | präzise Anwendung HS: | |
| | | 1500 N (5 bar/ 3,9 µm Spalthöhe) | 300 N/µm (5 bar/ 4,3 µm Spalthöhe) |
| | | dynamische Anwendung HD | |
| AL-100-HD | 100 mm | 2400 N (5 bar/ 6,8 µm Spalthöhe) | 290 N/µm (5 bar/ 7,5 µm Spalthöhe) |
| AL-125-HD | 125 mm | 3750 N (5 bar/ 6,4 µm Spalthöhe) | 400 N/µm (5 bar/ 7,5 µm Spalthöhe) |
| AL-400-HD | 400 mm | 40600 N (5 bar/ 26 µm Spalthöhe) | 830 N/µm (5 bar/ 40 µm Spalthöhe) |