



KUHLMANN

Werkzeugmaschinen + Service GmbH

SAPHIR S3 3 axis

SAPHIR S4 4 axis

SAPHIR SL Linear drive

CNC FRÄS- UND GRAVIERMASCHINEN

CNC MILLING AND ENGRAVING MACHINES



FERTIGUNGSVIELFALT PRODUCTION DIVERSITY

HÖCHSTE ANSPRÜCHE

Die **SAPHIR**-Baureihe wurde für Kunden mit höchsten Qualitätsansprüchen entwickelt.

Formen, Elektroden, Stempel, Walzen, Frontplatten, Druck-Schneid- und Prägwerkzeuge... aus Stahl (bis 63HRC), Edelstahl, Kupfer, Messing, Aluminium, Graphit und Kunststoff lassen sich problemlos fertigen.

Die Einsatzbereiche sind:

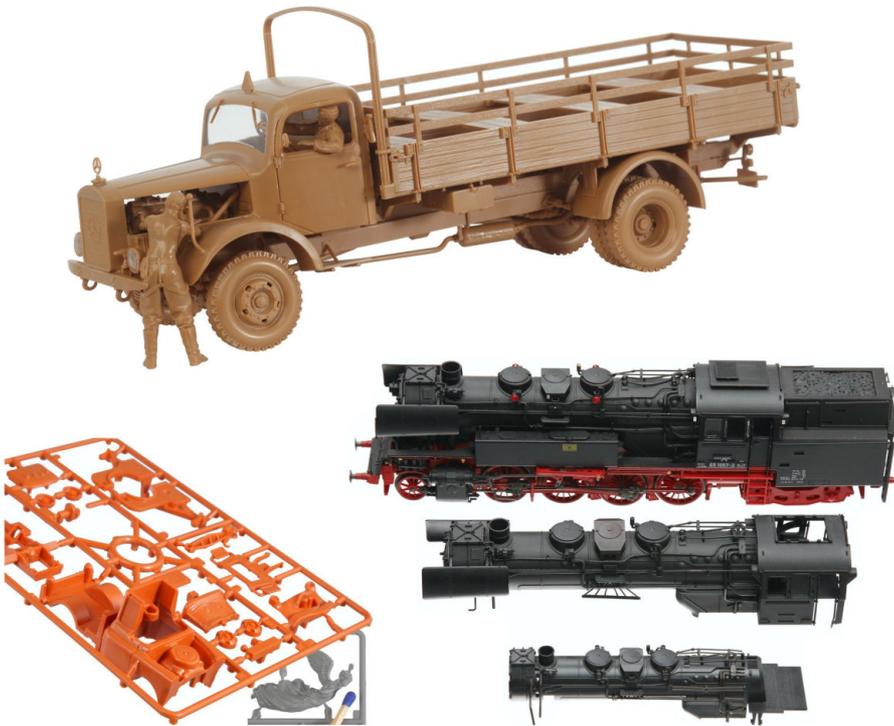
Werkzeug- und Formenbau, Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie, Wehrtechnik, Schmuck- und Uhrenindustrie, Spielwarenindustrie, Gravurhandwerk, Münzfertigung, Werbetechnik, Druck- und Verpackungsindustrie

HIGHEST REQUIREMENTS

The **SAPHIR** type series was developed for customers with highest quality requirements.

Molds, electrodes, dies, cylinders, front plates, printing-, cutting- and embossing tools....made of steel (up to 63HRC), stainless steel, copper, brass, aluminium, graphite and plastics can be produced easily.

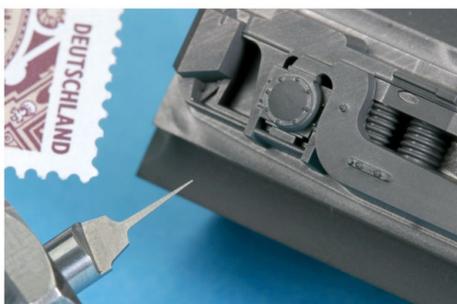
Application fields are: Tool and mold design, aerospace industry, automobile industry, defence engineering, jewellery, watchmaking, toy industry, engraving, minting, sign making, printing and packing industry



Kunststoff-Spritzform aus Werkzeugstahl
Injection die for plastics in tool steel



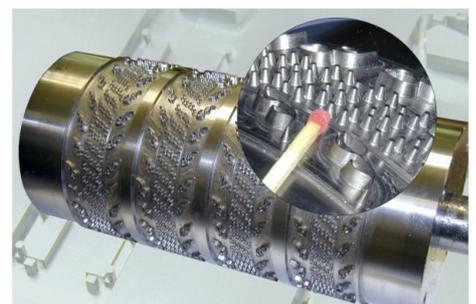
Münz-Prägestempel aus Werkzeugstahl
Coining die made of tool steel



Graphit-Elektrode für den Kleinformenbau
Graphite electrode for model making



Kunststoff-Spritzformen für die Spielwarenindustrie
Injection mould for toy industry



Papier-Prägewalze aus Werkzeugstahl
Embossing roller for paper, made of tool steel

COMPAKT UND INDIVIDUELL

Bei der **SAPHIR**-Baureihe wurden Kundenwünsche nach hoher Fräsleistung, Präzision, Flexibilität und kompakter Bauform konsequent umgesetzt.

Lieferbar ist die Maschine 3-achsig als **S3** oder 4-achsig als **S4**. Beide Typen können in der **SL**-Ausführung mit Linear-Antrieben und Diadur-Glasmaßstäben ausgerüstet werden. Hohe Dynamik und höchste Positioniergenauigkeit können somit problemlos realisiert werden.

Trotz der kompakten Bauform bietet die Saphir einen großen Arbeitsbereich. Unterschiedliche Aufspanntische mit T-Nuten, Basisplatten für Nullpunkt-Spannsysteme oder individuelle Vakuum-Spanntische sind lieferbar.

Die Walzenoption der S4 ermöglicht die Bearbeitungen kurzer Zylindern, Walzen, Typenräder und Teiltrommeln.

Die große Stabilität der Maschine ermöglicht den Einsatz von Frässpindeln mit Leistungen bis 16 kW. Werkzeugschnittstellen bis HSK E40 stehen zur Wahl. Spannfutter, Tribos- oder Schrumpfsysteme sind auf Wunsch lieferbar.

Frässpindeln mit Vektor-Lage-Regelung ermöglichen das Gewindeschneiden ohne Ausgleichsfutter auf der Maschine. Mit der Mehrspindeleinrichtung lassen sich Serienteile noch wirtschaftlicher fertigen.

Selbstverständlich stehen verschiedene Werkzeugwechsler mit Messdose oder Lasermesssystem zur Verfügung.

Zwei moderne Bahnsteuerungen für Fräs- oder Gravieraufgaben sind im Angebot.

Durchgängige SW-Lösungen unterstützen Sie bei der Umsetzung komplexer Bearbeitungsaufgaben.

Der Automatisierungsgrad kann durch eine Palettenbeladeeinrichtung von der Rückseite gesteigert werden.

COMPACT UND INDIVIDUAL

For the **SAPHIR** type series customer needs such as high milling performance, precision, flexibility and compact design were consequently realised.

The machine is available with 3-axis as **S3** or 4-axis as **S4**. As SL-model both types can be equipped with linear drives and Diadur glass scales. Hence high dynamics and high position accuracy can be realized smoothly.

Despite the compact design the Saphir offers a large working area. Different clamping work tables with T-slots, base plates for zero point clamping systems or individual vacuum tables are available.

The roller option of the the S4 allows the manufacturing of short cylinders, rolls, type wheels and scale rings.

Due to the high stability of the machine milling spindles up to 16kW can be used. Tool interfaces HSK E40 are available. Collet-, Tribos- or shrinking systems can be supplied on demand. Milling spindles with vector control enable thread cutting without compensating chuck on the machine. With the multi-spindle device serial parts can be produced even more economically.

Of course various tool changers with measuring system or laser tool measuring systems can be provided.

Two modern CNC control systems for engraving and milling applications can be chosen. Continuous software solutions support you to solve complex process jobs.

The automation level can be raised by a pallet loading system on the rear side.



Abbildung SAPHIR in Sonderausstattung
SAPHIR with optional equipment



SAPHIR S3 SAPHIR S3

KONSTRUKTIVE MERKMALE

Die positiven Ergebnisse und Erfahrungen mit der Topas-Baureihe wurden auch bei der Neuentwicklung der Saphir umgesetzt.

Durch die sehr kompakte Portalbauweise und die großzügig dimensionierten Führungssysteme wurde ein Höchstmaß an Stabilität für die Realisierung großer Fräsleistungen erreicht. Optimale Dämpfungseigenschaften der Verbundkonstruktion von Stahl und Mineralguss sorgen für beste Fräsqualität.

Optional ist der Einbau von Linear-Motoren und Glasmaßstäben für höchste Dynamik und Präzision vorgesehen.

Die Vorgabe nach einer platzsparenden Konstruktion konnte durch Einbau der Elektronik in den Unterbau umgesetzt werden.

DESIGN CHARACTERISTICS

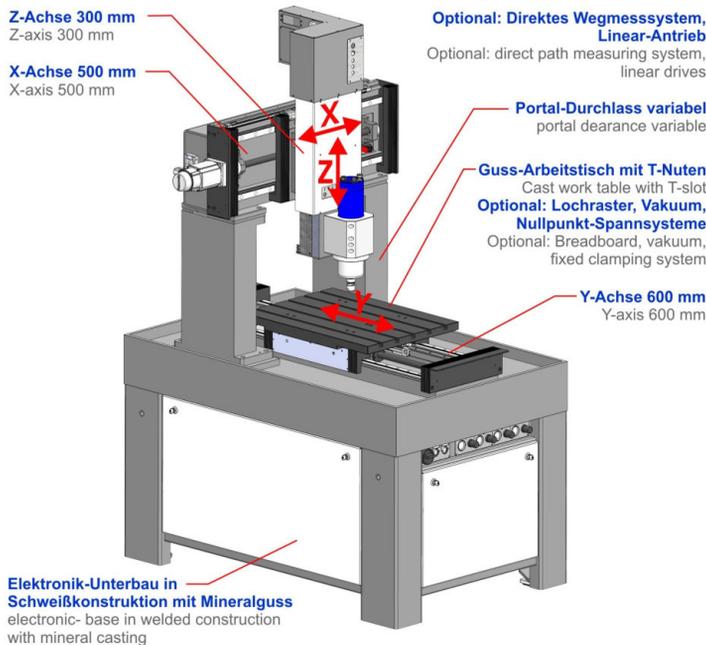
The positive results and experiences with the TOPAS series have been used and implemented in the development of the SAPHIR series.

Through the compact portal construction and the large dimensioned guidance system a maximum stability for the realisation of high milling performances can be achieved.

Excellent damping characteristics in the composite structure of steel and mineral casting provide best milling quality.

Optional is the integration of linear motors with glass scales for highest dynamics and precision is intended.

The demand for a space saving construction could be realized by the installation of the electronics in the machine base.

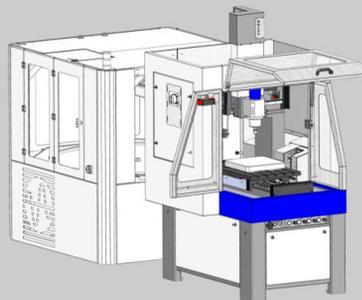


- **Großer Arbeitsbereich bei geringem Platzbedarf**
Large working area but small space requirement
- **Ausgelegt für hohe Fräsleistungen**
designed for high milling performance
- **Stabiler Unterbau in Verbundkonstruktion**
stable base frame type composite construction
- **Platzsparender Einbau der Elektronik**
space saving installation of the electronics
- **Hervorragende Dämpfung durch Mineralguss**
Outstanding vibration damping by mineral cast iron
- **Großzügig dimensionierte Führungssysteme**
Amplly dimensioned guideways
- **Großer Arbeitstisch mit T-Nuten**
Large work table with T-slots
- **Präzisions-Kugelgewindetriebe**
High precision ballscrews
- **Hochdynamische digitale Antriebe**
Highly dynamic digital drives
- **Modernes Design & optimale Ergonomie**
State of the art design and ergonomics

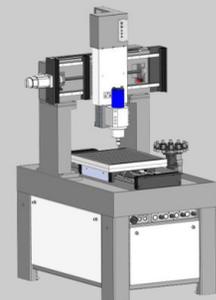
Modulares Baukastensystem Modular design



Saphir S3 mit Mehrspindleinrichtung und Werkzeugmagazin
Saphir S3 with multi-spindle device and tool magazine



Saphir S3 mit Erowa Nullpunkt-Spannsystem und automatischem Paletten-Beladesystem
Saphir S3 with Erowa zero point clamping system and automatic pallet loading system



Saphir S3 mit Aluminium-Raster-Vakuumtisch und Rundwechsler
Saphir S3 with Aluminium vakuum table and round tool changer

SAPHIR MIT 3 Achsen

Die **SAPHIR S3** ist in der Grundausstattung mit Präzisions-Kugelgewindetrieben, T-Nuten Arbeitstisch und Digital-Antrieben ausgestattet.

Glasmaßstäbe und Linear-Direktantriebe sind optional erhältlich.

Unterschiedliche Vakuum-Aufspanntische oder Nullpunkt-Spannsysteme sind nach Kundenwunsch lieferbar.

Mit einer X-Achse 620 und der Steuerung andronic KM3060 können Rund- oder Kettenwechsler ohne Einschränkung des Arbeitsbereiches angeboten werden.

Die **SAPHIR S3** überzeugt durch:

- Hervorragende Fertigungsqualität
- Großen Arbeitsbereich bei geringem Platzbedarf
- Individuelle Ausstattungs-Varianten
- Hoch dynamische Digital-Antriebe
- Steuerungs-Wahlmöglichkeit
- Langlebigkeit und Zuverlässigkeit
- Günstiges Preis-Leistungsverhältnis

SAPHIR WITH 3 AXIS

The **SAPHIR S3** as basic machine is equipped with precision ball screws, T-slot working table and digital drive. Glass scales and linear direct drives are optionally available. Various vacuum clamping tables or fixed clamping systems are available on demand.

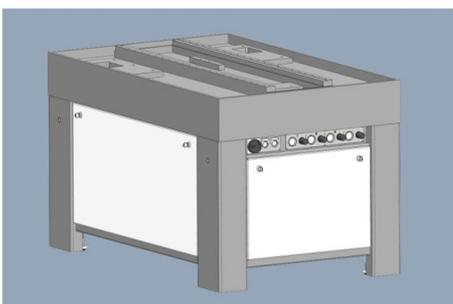
With an X-axis 620 and an andronic KM3060 drive round magazine or chain tool changer can be offered without limitation of the working area.

The **SAPHIR S3** convinces with:

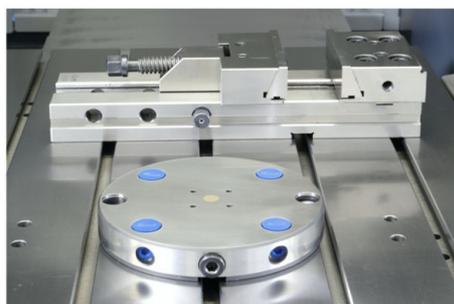
- Excellent production quality
- Large working area but low space requirement
- Individual choice of equipment
- High dynamic digital drives
- Choice of control systems
- Durability and Reliability
- Advantageous cost performance ratio



Abbildung SAPHIR S3 in Sonderausstattung
SAPHIR S3 with optional equipment



Unterbau in Schweißkonstruktion mit Mineralguß
machine base welded construction with mineral casting



Arbeitstisch mit Schraubstock und Nullpunkt-Spannsystem
working table with vice and fixed clamping system



Z-Achse mit optionaler Frässpindel
Z-axis with optional milling spindle



SAPHIR S4 SAPHIR S4

KONSTRUKTIVE MERKMALE

Konstruktiv unterscheidet sich die **SAPHIR S4** von der S3 durch eine zusätzliche gesteuerte Rundachse.

Je nach Anwendung können unterschiedliche Teilköpfe oder Rundtische auf der S4 eingesetzt werden.
Die Leistungs-Elektronik für den Achsantrieb ist platzsparend im Unterbau untergebracht.

Walzen und Zylinder bis 300 mm Durchmesser und maximal 500 mm Ballenlänge lassen sich mit einem entsprechenden Ausstattungspaket bearbeiten.

Individuelle Lösungen aus unserem umfangreichen Zubehör-Programm sind nach Kundenwunsch möglich und werden optimal an die Saphir angepasst.

DESIGN CHARACTERISTICS

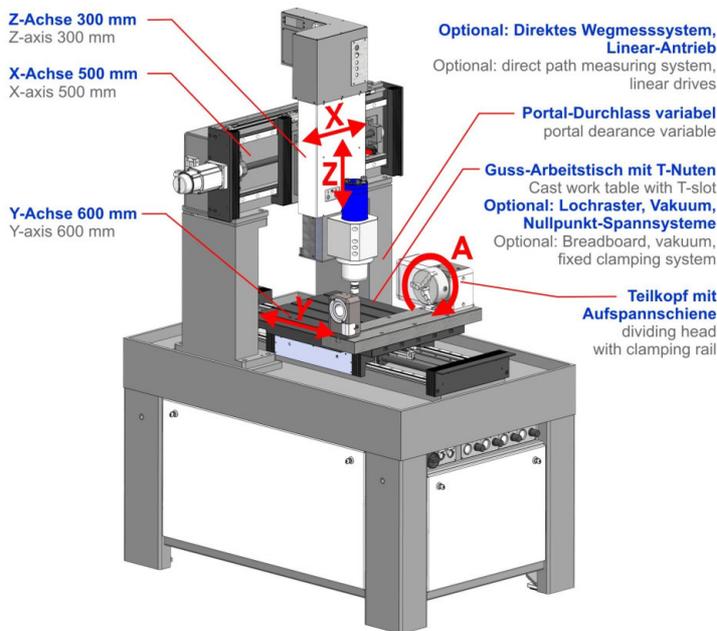
The **Saphir S4** differs by having an additional 4th axis from the S3.

Depending on the application different indexing heads or round tables can be used.

The electronics for the drive system is integrated space saving in the base.

Roller and cylinder up to 300 mm diameter and maximum 500 mm barrel length can be machined with appropriate equipment.

Individual solutions are possible on request with our wide variety of accessories and will be optimally adapted to the Saphir.

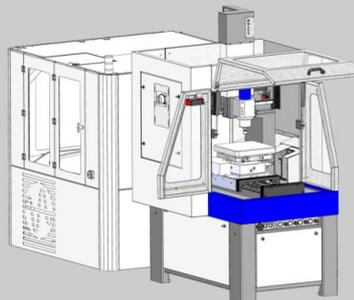


- **Konstruktive Merkmale wie bei der S3**
constructive features as the S3
- **Flexibles Baukastensystem**
flexible design
- **Präzisions-Teilköpfe als A-Achse**
precision-Indexing head as A-axis
- **Portalerhöhung für Walzenbearbeitung**
raised portal for milling process
- **Aufspannschienen für lange Walzen**
clamping rail for long drums
- **Pick Up Werkzeugmagazin**
pickup tool magazine
- **Antrieb 4. Achse im Unterbau**
drive 4th axis in base
- **Rundtisch optional möglich**
round table optional

Modulares Baukastensystem Modular design



S4 mit Teilkopf und Aufspannschiene und Werkzeugmagazin
S4 with dividing head with clamping rail with tool magazine



Rundtisch mit Erowa Nullpunkt-Spannsystem und automatischem Paletten-Beladesystem
Rotary table with Erowa zero point clamping system and automatic pallet loading system



Schwenkbarer Teilkopf 3-spindlig mit Mehrspindel-Einrichtung
Swiveling indexing head, 3 spindles Multi-spindle device

SAPHIR MIT 4 Achsen

Mit einer gesteuerten Rundachse ist die **SAPHIR S4** noch flexibler einsetzbar. Unterschiedliche Lösungen mit Teilkopf oder Rundtischen können optional angeboten werden.

Mit Aufspannschiene, Teilkopf und Reitstock lassen sich lange runde Teile in höchster Präzision bearbeiten. Individuelle Lösungen mit schwenkbaren 2- oder 3-spindligen Teilköpfen wurden bereits realisiert und eignen sich besonders für die wirtschaftliche Serienfertigung. Durch einen Rundtisch mit Nullpunktspannsystem so wie einer Hubtür wird die automatische Beladung der Maschine von der Rückseite ermöglicht.

Die **SAPHIR S4** besticht durch:

- Flexibilität durch 4. Achse
- Individuelle Ausstattungs-Varianten
- Hohe Wirtschaftlichkeit
- Hoher Automatisierungsgrad
- Höchste Fertigungsqualität

SAPHIR WITH 4 AXIS

With a controlled 4th axis the **SAPHIR S4** is even more flexible. Different solutions with indexing head or round table can be offered optionally.

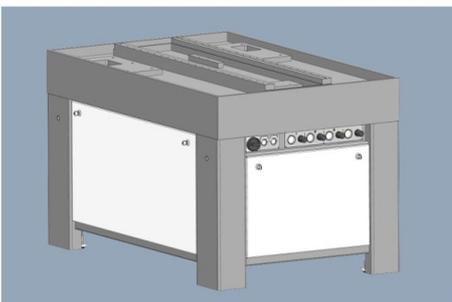
With clamping rails, indexing head and tailstock long round pieces can be manufactured with highest precision. Individual solutions with swiveling heads with 2 or 3 chucks have been realized and are perfect for an economic serial production.

The **SAPHIR S4** captivates with :

- flexibility by the 4th axis
- individual equipment
- high profitability
- high automation level
- high production quality



Abbildung SAPHIR in Sonderausstattung
SAPHIR with optional equipment



Unterbau in Schweißkonstruktion mit Mineralguß
machine base welded construction with mineral casting



SAPHIR S4 mit Teilkopf 4. Achse
SAPHIR S4 with 4th axis



Rundtisch als C-Achse mit Paletten Spannsystem optional
Rotary table as C-axis with pallet clamping system optional



KONSTRUKTIVE MERKMALE

Vorteile Linear-Direktantrieb

- Hohe Geschwindigkeit und Beschleunigung
- Höchste Präzision durch Diadur-Glasmaßstäbe
- Verschleiß- und wartungsfreies Antriebssystem
- Keine Umkehrlose auch nach Jahren
- Große Verfahrswege problemlos möglich
- Hervorragende Regelgüte und Positioniergenauigkeit auch bei hohen Geschwindigkeiten
- Geräuscharme berührungslose Kraftübertragung

Vorteile Kugelgewindetrieb

- Hohe Vorschubkräfte durch Kraftübersetzung
- Geringer Preis und große Serienerfahrung
- Niedriger Energiebedarf
- Eigenhemmung verbessert die Bremswirkung
- Leichte Austauschbarkeit

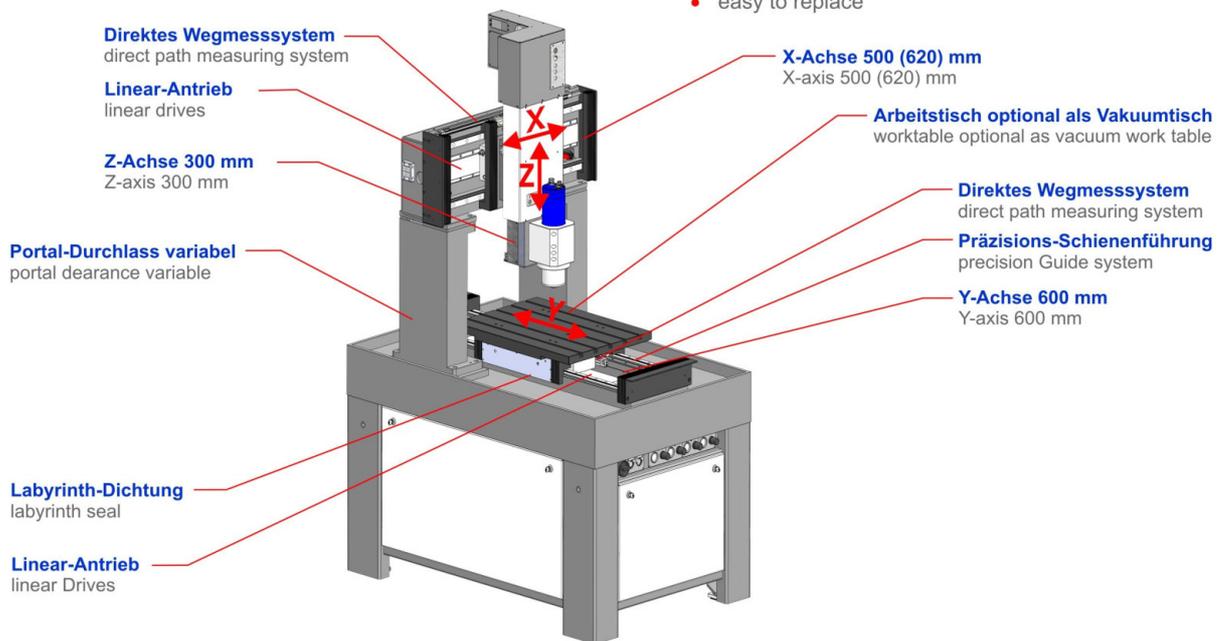
DESIGN CHARACTERISTICS

Advantages of Linear Drives

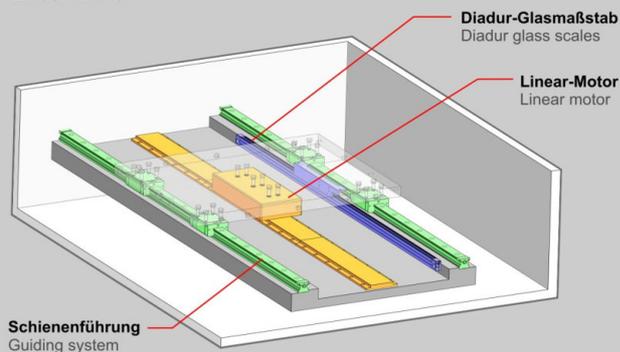
- highly dynamic
- highest precision due to Diadur glass scales
- non-wearing and maintenance-free drive system
- no backlash, not even after years
- larger travel ranges possible
- brilliant performance and position accuracy even at high speeds
- contactless power transmission

Advantages of Ball Screws

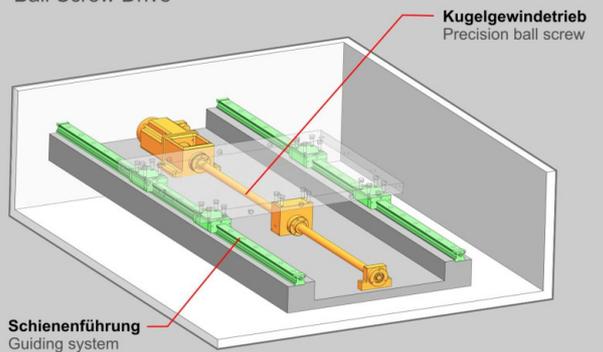
- high feed forces due to gear reduction
- favourable price
- low energy demand
- self inhibition improves braking performance
- easy to replace



Linear-Direktantriebssystem Linear Drive



Kugelgewinde-Antrieb Ball Screw Drive



SAPHIR MIT LINEARANTRIEB

Die Maschinen der SAPHIR-Baureihe können optional mit Linearantrieben in der X- und Y-Achse ausgestattet werden. Mit dieser Ausstattung wird die **SAPHIR SL** zu einem hochmodernen Fertigungssystem, dass keine Wünsche hinsichtlich Bearbeitungsgeschwindigkeit und -qualität offen lässt.

Das wartungsfreie Antriebssystem wird durch Labyrinth-Dichtungen zuverlässig vor Verschmutzung geschützt und bietet langlebige Qualität ohne Verschleiß.

Hochdynamische Linearantriebe mit Präzisions-Diadur-Glasmaßstäben bilden in Verbindung mit der andronic KM3060 Steuerung eine optimal abgestimmte Fertigungseinheit für höchste Ansprüche.

Die moderne 32bit-Multiprozessor-Bahnsteuerung bietet mit bis zu 16 Achsen simultan Satzwechselzeiten $< 100\mu\text{s}$ bei einer Achsauflösung von $0,1\mu\text{m}$.

Durch PIKO-Interpolation wird eine unübertroffene Laufruhe der Maschine erreicht.

SAPHIR WITH LINEAR DRIVES

The machines of the SAPHIR type series can optionally be equipped with linear drives in the X- and Y-axis.

With this equipment the **SAPHIR SL** becomes a highly modern manufacturing system that leaves nothing to be desired in view of processing speed and quality.

The maintenance-free drive system is reliably protected against dirt by labyrinth seals and offers durable quality without wear.

Highly dynamic linear drives with precision linear glass scales combined with the andronic KM3060 control form an ideally aligned processing unit for highest demands.

The modern 32bit multiprocessor path control offers up to 16 axes simultaneously set changing times $< 100\mu\text{s}$ with an axis resolution of $0.1\mu\text{m}$.

PIKO-Interpolation allows to achieve an unbeatable running smoothness of the machine.



Abbildung SAPHIR SL in Sonderausstattung
SAPHIR SL with optional equipment



Steuerung andronic KM3060 für Linearantrieb
Andronic KM3060 control for linear drive



X-Achse mit Linearmotor und Diadur-Glasmaßstab
X Axis with Linear drive and Diadur Glass Scale



Werkzeugwechsler mit Messdose optional
Tool changer with tool length measuring system optional



INDIVIDUELLE LÖSUNGEN

Mit dem flexiblen Baukastensystem der Saphir-Baureihe sind wir in der Lage auf individuelle Kundenwünsche einzugehen.

Unsere Anwendungstechniker führen gern Versuche und Probearbeitungen in unserem Vorfürhcenter für sie durch. Durch Auswahl geeigneter Komponenten kann die Maschine genau nach ihren Wünschen und Anforderungen gebaut werden.

Leistung, Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit der Maschine werden im Wesentlichen durch Steuerung, Achsantrieb, Messsystem, Aufspanntisch, Frässpindel und Werkzeugwechsler bestimmt.

INDIVIDUAL SOLUTIONS

With the flexible design the Saphir type series is able to respond to individual customer needs.

Our application engineers are pleased to make tests and sample manufacturing in our show room for you. By the choice of suitable components the machine can be built according to your wishes and needs.

Performance, accuracy and profitability of the machine are being influenced significantly by the control, axis drive, measuring system, clamping table, milling spindle and tool changer.

1 CNC-Steuerungen
CNC- control

- Gravier-Steuerung KM4 Control
Achsauflösung: 1 µm
Engraving control KM4 Control
Axis resolution: 1 µm
- DIN-Steuerung Andronic KM3060
Achsauflösung: 0,1µm
DIN control Andronic KM3060
Axis resolution: 0,1 µm

2 Frässpindel-Pakete
milling spindle packages

Für jede Aufgabe die passende Lösung:
For every task the right solution:

- Synchron oder Asynchronmotoren
synchron or asynchron motors
- Optional: Vektor-Lage-Regelung
optional: vector control
- Optional: Gewindeschneiden
optional: thread cutting
- Optional: Innenkühlung
optional: inside cooling
- Fräseleistungen: bis zu 16 kW
milling performance up to 16 kW
- Werkzeug-Ø: bis max.16 mm
tool Ø: up to 16 mm
- Werkzeugaufnahmen: SK, HSK, ISO, direkt
tool holder: SK, HSK, ISO, direct
- Werkzeugwechsler: automatisch oder hand
tool changer: automatic or by hand

3 Achsantriebe + Wegmesssysteme
drives + path measuring systems

- Präzisions Kugelgewindetriebe ohne Maßstab
Indirektes Wegmesssystem
Precision ball screws without scale
indirect path measuring system
- Präzisions Kugelgewindetriebe mit Maßstab
Direktes Wegmesssystem
precisionball screw with scales
direct path measuring system
- Linear-Direktantriebe mit Maßstab
Direktes Wegmesssystem
Linear Drive with scale, direct path measuring system



4 Aufspanntische
clamping tables

- Guss-Arbeitstisch mit 12mm T-Nuten
cast iron working table with 12 mm T-slots
- Individuelle Vakuum-Spanntische
Al-Raster, Lochraster, integriert im Arbeitstisch
individual vacuum tables
AL-breadboard, integrated in working table
- Basisplatten für Nullpunkt-Spannsysteme
base plates for fixed clamping systems

5 Werkzeugwechsler
achsant. + Wegm.

- Pick up Magazine für SK, HSK, ISO, direkt
Auch für Mehrspindleinrichtung
pick-up magazine for SK, HSK, ISO, direct
also for multi spindle device
- Rund-Wechsler bis 16 WKZ, SK, HSK, ISO
round magazine up to 16 WKZ, SK, HSK, ISO
- Ketten-Wechsler für SK, HSK, ISO
chain magazine for SK, HSK, ISO

INDIVIDUELLES ZUBEHÖR

Unser umfangreiches Zubehörprogramm ermöglicht Ihnen die optimale Ausstattung der Maschine nach Ihren speziellen Bedürfnissen:

- Vakuum- oder Nullpunkt-Spannsysteme
- Teilköpfe ein- oder mehrspindlig,
- Rundtische
- 3D Messtaster, Oberflächentaster
- Laser-Werkzeugmesssystem, Messdose
- Mehrspindel-Fräseinrichtungen
- Werkstück Kühl- und Schmiersysteme
- Staubabsaugungen
- Kamera zur Werkstückkontrolle
- Hubtür für automatische Beladeinrichtung

Selbstverständlich wird unser Zubehör auf die jeweilige Maschinen-Ausstattung abgestimmt.

Unser Zubehörangebot wird stetig um neue Technologien und Kundenwünsche erweitert.

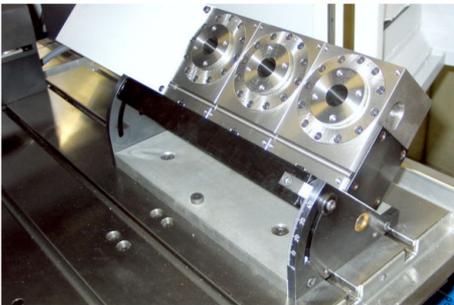
INDIVIDUAL ACCESSORIES

Our wide variety of accessories enables the best fitting of the machine according to your special needs:

- various vacuum or fixed clamping systems
- indexing heads one spindle or multi-spindle
- rotation tables
- 3D measuring sensors, surface tracing
- measuring systems or laser measuring systems
- multi-spindle milling devices
- various cooling lubricant systems
- dust extractions
- camera for work piece control
- lift gate for automatic pallet loading system

Of course our accessories will be adapted to the individual machine equipment.

As a matter of fact our accessories are being upgraded according to new technologies and customer requirements.



Schwenkbarer Teilkopf 3-Spindlig
Swivelling indexing head, 3 spindles



Hubtür für Palettenwechsler
Lift gate for pallet changer



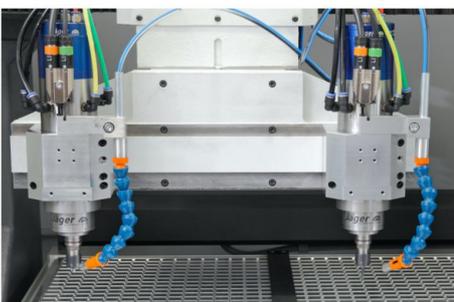
3D Infrarot-Kantentaster
3D infrared edge sensor



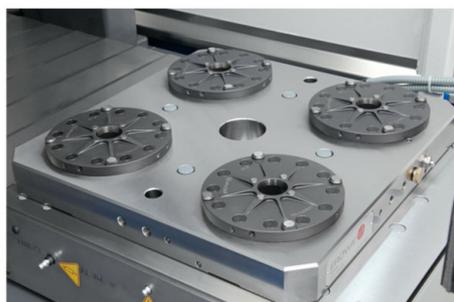
Minimalmengen-Schmierung
Minimum quantity lubrication



Arbeitstisch mit Mehrfach-Spannung
Work table with multi clamping



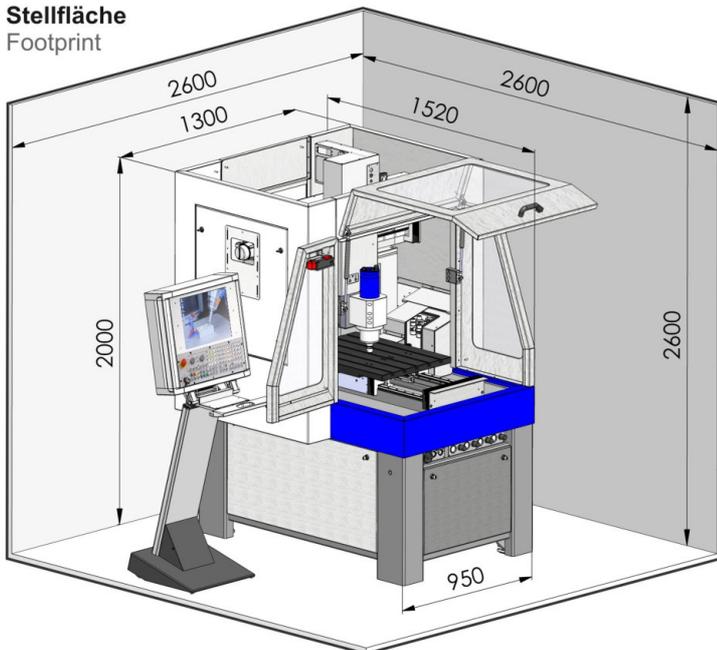
Mehrspindel-Einrichtung mit Raster-Vakuumschicht
Multispindle device with vacuum table



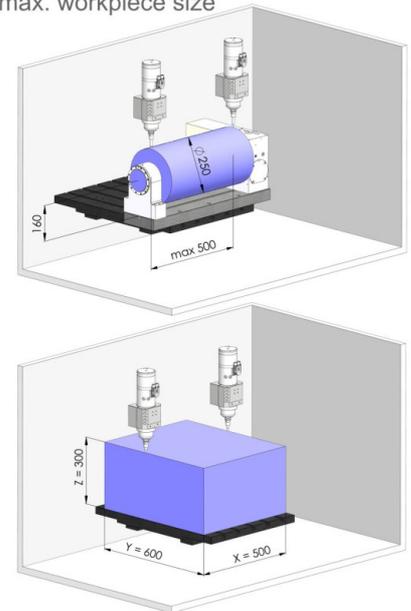
Nullpunkt-Spannsystem
Zero Point Clamping System

TECHNISCHE DATEN SAPHIR S3/S4/SL TECNICAL DATA SAPHIR S3/S4/SL

Stellfläche
Footprint



Werkstückgröße
max. workpiece size



Stand: 03/2018. Technisch Änderungen vorbehalten!
Es gelten ausschließlich unsere allgemeinen Auftrags- & Lieferbedingungen

Stand: 03/2018. Subject to modification without notice!
Our General Conditions of Sale and Delivery are exclusively applicable

Technische Daten Technical Data			<i>SAPHIR S3/S4</i>	<i>SAPHIR SL3/SL4</i>
Arbeitsbereich Working Area	X x Y x Z	mm	500x600x300	500x600x300
Guss-Arbeitstisch mit 5 T-Nuten (12mm) Cast iron work table with 5 t-slots (12mm)	XxY	mm	510x700	510x700
Zulässiges Werkstückgewicht Table load capacity		kg	300	150
Maschinengewicht je nach Ausstattung ca.: Machine weight depending on equipment approx.		kg	ca. 1800 - 2000	ca. 1800 - 2000
Maximale Geschwindigkeit / Maximum speed		m/min	bis / up to 20	bis / up to 50
CNC-Steuerung: Multiprozessor-32bit-Bahnsteuerung CNC control 32 bit multiprocessor continuous path control			andronic KM3060	andronic KM3060
Achsauflösung der CNC-Steuerung Axis resolution of the CNC control		µm	0,1	0,1
Positioniergenauigkeit der CNC-Steuerung Position accuracy of the CNC control		µm	±0,1	±0,1
Optionale Ausstattung Optional Features				
Schnellfrequenz-Frässpindeln bis 80.000 1/min und bis 16kW High-speed milling spindles up to 80.000 RPM and up to 16kW			○	○
Werkzeugwechsler Pick-up mit Messdose oder Tellerwechsler Tool changer pick-up with tool length measuring system and round magazine			○	○
Unterschiedliche Teilköpfe als 4.Achse bis 160mm Spitzenhöhe (∅ 250mm) Various indexing heads as 4th axis up to 160mm center height (∅ 250mm)			○	○
Unterschiedliche Vakuum-Arbeitstische in Größe des Arbeitsbereiches Various vacuum work tables in size of working area			○	○
Laser-Werkzeugmesssystem mit Messzyklen Laser tool length measuring system with measuring cycles			○	○