

Technische Daten der Spindel

Spindel	Standard	12.000min <sup>-1</sup> (Option)	30.000min <sup>-1</sup> (Option)
Werkzeugaufnahme:	HSK A63	SK 40	HSK F63
Werkzeug-Klemmkraft:	17.652 N	8.826 N	10.787 N
Werkzeug-Klemmung:	Tellerfeder (klemmen)/ Hydraulik (lösen)    Tellerfeder (klemmen)/ Hydraulik (lösen)    Tellerfeder (klemmen)/ Hydraulik (lösen)		
Antriebsmotor – AC:			
30 Minuten:	15 kW	22 kW	15 kW
Dauerbetrieb:	11 kW	18 kW	11 kW
Drehmoment:			
5 Minuten:	32 Nm	117 Nm	20,4 Nm
Dauerbetrieb:	19 Nm	95 Nm	14,6 Nm
Drehzahlbereich:	200 – 20.000 min <sup>-1</sup>	120 – 2.000 min <sup>-1</sup>	300 – 30.000 min <sup>-1</sup>
Drehzahlinkrement:	1 min <sup>-1</sup>	1 min <sup>-1</sup>	1 min <sup>-1</sup>
Drehzahlbereiche:	2	2	2
Maximale Leistung:	7.500 min <sup>-1</sup>	5.000 min <sup>-1</sup>	15.000 min <sup>-1</sup>
Maximale Leistung:	200 – 3.300 min <sup>-1</sup>	120 – 1.500 min <sup>-1</sup>	300 – 3.000 min <sup>-1</sup>
Lagerschmierung:	Kernkühlung, Fliehkraftkühlung, Mantelkühlung	Fettschmierung, Mantelkühlung	Kernkühlung, Fliehkraftkühlung, Mantelkühlung
Spindelkühlung:	Oilmatic (Spindel- und Motormantel)	Oilmatic (Mantel)	Oilmatic (Spindel- und Motormantel)
Vorderes Spindellager:	Schräggugellager, Keramikugeln	Schräggugellager, Keramikugeln	Schräggugellager, Keramikugeln
Abstand Spindelkopf – Tisch:	150 – 600 mm	150 – 600 mm	150 – 600 mm



**MAKINO Europe GmbH**  
Essener Bogen 5  
22419 Hamburg, Deutschland  
Tel.: +49 (40) 29809 0  
Fax: +49 (40) 29809 400  
www.makino.eu

**Makino GmbH**  
Essener Bogen 5  
22419 Hamburg, Deutschland  
Tel.: +49 (40) 29809 0  
Fax: +49 (40) 29809 400  
www.makino.de

**Makino France S.A.S.**  
ZA Les Bordes  
21, rue Gustave Madiot  
91070 Bondoufle, Frankreich  
Tel.: +33 (1) 691163 90  
Fax: +33 (1) 691163 99  
www.makino.fr

**Makino s.r.o.**  
Tuhovská 31  
83106 Bratislava, Slowakei  
Tel.: +421 (2) 496121 00  
Fax: +421 (2) 496124 00  
www.makino.sk

**Makino Milling Machine Co., Ltd.**  
3-19 Nakane 2-chome, Meguro-ku  
Tokyo 152-8578, Japan  
Tel.: +81 (337) 171151  
Fax: +81 (337) 2521 05  
www.makino.co.jp

**Makino GmbH**  
Kruichling 18  
73230 Kirchheim/Teck, Deutschland  
Tel.: +49 (7021) 503 0  
Fax: +49 (7021) 503 400  
www.makino.de

**Makino Italia S.r.l.**  
Via Codognino 40  
26854 Cornegliano Laudense, Italien  
Tel.: +39 (0371) 697 211  
Fax: +39 (0371) 697 219  
www.makino.it

Der Katalog und sein Inhalt sind Eigentum der Makino Europe GmbH. Eine Offenlegung, Vervielfältigung oder Verwendung des Katalogs oder seines Inhalts, auch auszugsweise, zu Zwecken, die den Interessen der Makino Inc. zuwiderlaufen, darf nicht ohne vorheriges schriftliches Einverständnis der Makino Europe GmbH erfolgen.

Alle Angaben in diesem Katalog gelten vorbehaltlich technischer Änderungen im Zuge der Produktentwicklung und können ohne Vorankündigung geändert werden.

© Copyright 2011 Makino  
M-002G 11/02 1 S-B-R



F3 / F5

VERTIKALE BEARBEITUNGSZENTREN



www.makino.eu



Die Entwicklung von Konsumgütern erfordert ständig Verbesserungen im Hinblick auf Ästhetik, Design, Kosten und Leistung. Für die Hersteller von Werkzeugmaschinen ist es eine gewaltige Herausforderung, Teilefertigern, der Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik und dem Werkzeug- und Formenbau stets effiziente und wettbewerbsfähige Lösungen zu bieten. Jede Branche stellt eigene Anforderungen an Oberflächenqualität, Konturgenauigkeit oder Werkzeugstandzeiten. Dabei haben alle dasselbe Ziel: geringere Stückkosten bei verbesserter Qualität.

Makino ist gut aufgestellt, herausragende Werte in diese Märkte zu tragen – dank der Zuverlässigkeit unserer Produkte, innovativer Technologien und der Erfahrung unserer Ingenieure und Technologen.

Makinos vertikale Bearbeitungszentren der F-Serie sind ein weiteres Beispiel für hochwertigste Bearbeitungslösungen. Drei Faktoren machen dies möglich:

- Steife Maschinenkonstruktion
- Patentierte Hochleistungsspindel-Technologie
- Intelligente Bewegungssteuerung

Die F-Serie kombiniert diese Vorteile mit einem ergonomischen Design und einer effizienten Späneentsorgung. Designer und Konstrukteure hatten bei der Konzeption stets den Kunden und Bediener im Blick: Einfaches Beladen der Teile, leichte Programmierung, exzellente Bearbeitungsergebnisse – und alles zu verringerten Stückkosten.





# Steife Maschinenkonstruktion

Eine schwere Gusskonstruktion und eine einzigartige Achsenanordnung liefern herausragende Steifigkeit, Festigkeit, thermische Stabilität, Genauigkeit und einen unübertroffenen Kraftfluss ohne Überhang über die gesamten Verfahrwege:

- X- und Z-Achse im Ständer
  - Konstanter Abstand zwischen Spindel und Ständer
  - Geschlossener Kraftfluss über den gesamten Verfahrweg
- Y-Achse im Tisch
  - Keine sich kreuzenden X- und Y-Achsen
  - Momentenfreie Tischbelastung
  - Geschlossener Kraftfluss über den gesamten Verfahrweg

Die optimierte Struktur- und Verwindungssteifigkeit der Grundkomponenten sind das Resultat einer Entwicklung mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode; sie sorgen für herausragende Leistungsmerkmale und gleich bleibende Bearbeitungsergebnisse.

Die strukturelle Steifigkeit ist die Grundlage für die außerordentlichen Zerspanungsleistungen, die guten Dämpfungseigenschaften und eine hohe Genauigkeit über die gesamte Lebenszeit der Maschine.

Die meisten Wettbewerbsmaschinen arbeiten mit Varianten der herkömmlichen „C-Bauweise“. Daher ragen bei den meisten Werkzeug- und Formenbauanwendungen aufgrund der Maschinenkonzeption und der entsprechenden Geometrie die Maschinenbauteile deutlich über ihre Grundkörper hinaus

- Die Z-Achse bildet einen Hebelarm zur X-Achse (Abb. 1)
- Die X-Achse kreuzt sich mit der Y-Achse (Abb. 2)
- Die X-Achse bildet einen Überhang zur Y-Achse (Abb. 3)

Die Folge: Schnittkräfte in Verbindung mit langen, nicht unterstützten, auskragenden Verfahrwegen schaffen Steifheits- und Verwindungsprobleme, die zu Vibrationen und Ratterschwingungen führen. Mangelnde Instabilität, schwache Dämpfung und Biegemomente während der Bearbeitung beeinträchtigen die Oberflächengüte erheblich, ebenso wie die Genauigkeit des Werkstücks, Schnittgeschwindigkeiten und -vorschübe, die erreichbare Schnitttiefe, Durchlaufzeiten, Werkzeugstandzeiten und die Produktivität. Die Maschinen der F-Serie hingegen sind dank ihres besonderen Konzepts eine steife, hochgenaue, ratterfreie Plattform selbst für schwierigste Bearbeitungen.

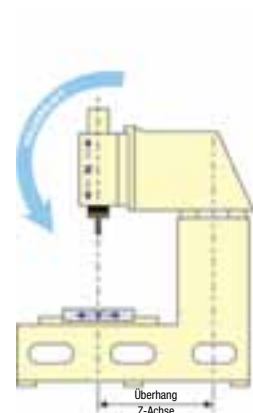


Abb. 1  
Z-Achse bildet Hebelarm zur X-Achse

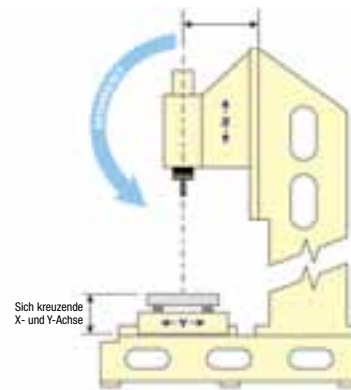


Abb. 2  
Spindel mit Überhang zur Z-Achse und sich kreuzende X- und Y-Achse

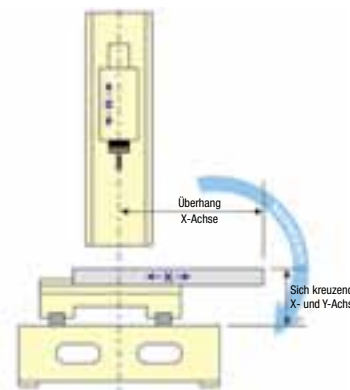
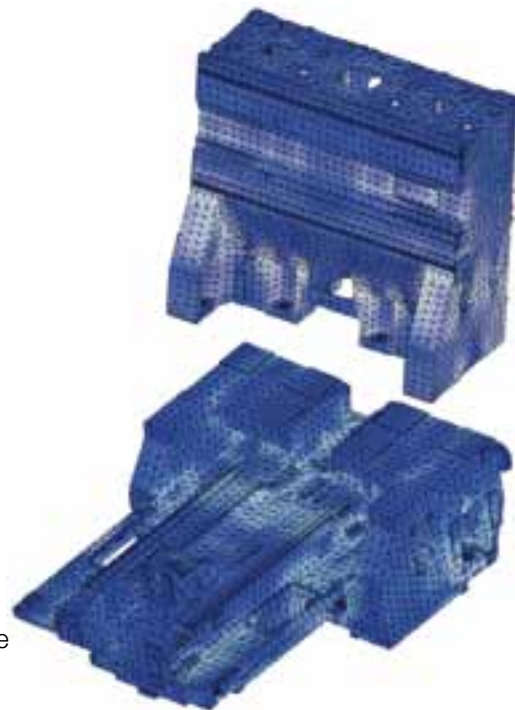


Abb. 3  
X-Achse und Tisch mit Überhang zur Y-Achse



Leistungsstarke Linearführungen mit Kugelmittentechnologie liefern äußerst präzise, reibungsfreie Bewegungen. Vorgespannte, zweifach gelagerte und großdimensionierte Kugelgewindetriebe sowie kraftvolle, direkt angetriebene digitale und für Höchstleistung getunte Servomotoren schaffen die erforderliche Steifigkeit und Festigkeit für anspruchsvollste Bearbeitungen.

Kugelumlaufspindeln ermöglichen eine größere Genauigkeit für Übergänge, Gegenstücke und komplexe Geometrien. Temperiertes Kühlöl erhält die thermische Stabilität der Kugelumlaufspindel und gewährleistet so eine konstant hohe Genauigkeit bei langen Bearbeitungszyklen.

Darüber hinaus verfügt die F-Serie über Linearmaßstäbe mit 0,05 µm Auflösung als Standardmerkmal – auch dies steigert die Maschinenpräzision und garantiert langfristige Maschinengenauigkeit.



All diese Maschinenmerkmale zusammen genommen minimieren Schwankungen über lange Bearbeitungszeiten mit engen Toleranzgrenzen und sorgen so bei den Maschinen der F-Serie für Genauigkeit im µ-Bereich.

- Lineare Positioniergenauigkeit  $\pm 0,0015 \text{ mm}$
- Wiederholgenauigkeit  $\pm 0,0010 \text{ mm}$

Für größtmögliche Funktionalität und Produktivität bei geringen Bedienerereingriffen und entsprechend niedrigen Ausfallzeiten verfügen die Maschinen der F-Serie über ein automatisches Schmieresystem an Führungen und Kugelumlaufspindeln.

Der Tisch nutzt das Konstruktionsprinzip der Portalfräsmaschine mit voller Unterstützung über den gesamten Verfahrweg der Y-Achse. Die Tischlast liegt stets zwischen den Führungen, so dass selbst bei maximaler Beladung und in außermittigen Positionen höchste Präzision gewährleistet ist. Dieses Konzept vermeidet Überhänge, Kippmomente im Tisch und sich kreuzende Achsen, wie sie von anderen Maschinenkonstruktionen bekannt sind. Außerdem wird durch diese Konstruktion die Ergonomie der Maschine verbessert.

- Bedienerfreundliche Beladehöhe des Tisches (900 mm)
- Bessere Erreichbarkeit des Tisches, da er sich auf den Bediener zubewegt



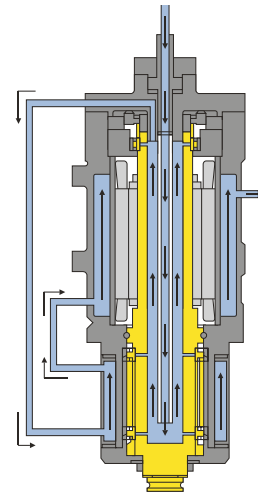
# Spindel- und Steuerungstechnologie

## Hochleistungsspindel

Makinos Führung in der Spindeltechnologie ist weltweit anerkannt. Spindelsteifigkeit, höhere Drehzahlen, konstante Vorspannung, Mehrebenen-Auswuchten, geringe Vibration, kontrolliertes Spindelwachstum – all diese Herausforderungen hat Makino durch jahrelange Erfahrung in der Konstruktion, Herstellung und Montage von Spindeln gelöst.

Makinos patentierte Spindeltechnologie in der F-Serie:

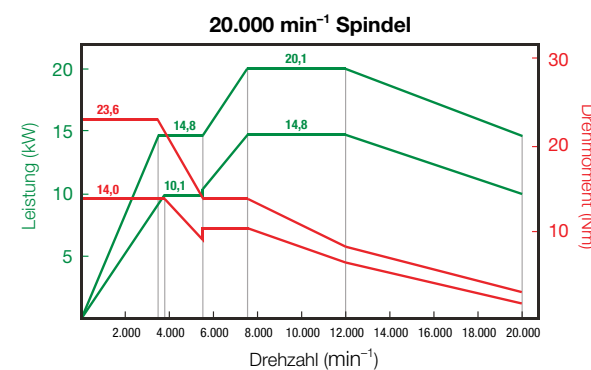
- Spindelkernkühlung
- Fliehkräftschmierung der Lager
- Geschlossenes Kühlsystem (Oilmatic)



## Zusammenspiel von Geschwindigkeit, Kraft und Drehmoment

Die Maschinen der F-Serie verfügen in der Standardkonfiguration über eine Hochleistungsspindel mit 20.000 min<sup>-1</sup>, und HSK-A63 sowie mit Makinos patentierter Kernkühlung, Fliehkräftschmierung und Mantelkühlung.

Mit diesen Merkmalen eignet sich die Spindel für unterschiedlichste Anwendungen. Die zwei Drehzahlbereiche, ein wesentliches Konstruktionsmerkmal, ermöglichen eine breite Palette an Bearbeitungsaufgaben: von der Schruppbearbeitung mit hoher Steifigkeit bei niedrigen Drehzahlen bis hin zur schwingungs- und ratterfreien Feinzerspanung mit kleinen Werkzeugen bei hohen Drehzahlen.



## Spindelkühlung

Die Maschinen der F-Serie sind die einzigen ihrer Klasse, die einen Wärme ableitenden Spindelkühler mit großer Kapazität und die oben angegebenen patentierten Makino-Technologien miteinander vereinen. Dies sorgt für eine konstante Überwachung des Spindelkerns, der Lager und des Motorgehäuses und minimiert jedes wärmebedingte Spindelwachstum und die damit verbundene Veränderung der Lager Vorspannung. Das Ergebnis sind eine gleich bleibende Spindelsteifigkeit, lange Werkzeugstandzeiten, hervorragende Oberflächengüten und letztlich genaueste Werkstücke.

- Steifigkeit beim Schruppen und Hartfräsen
- Hochgeschwindigkeit bei kleinen Werkzeugen und beim Schlichten
- Thermische Stabilität für hohe Präzision



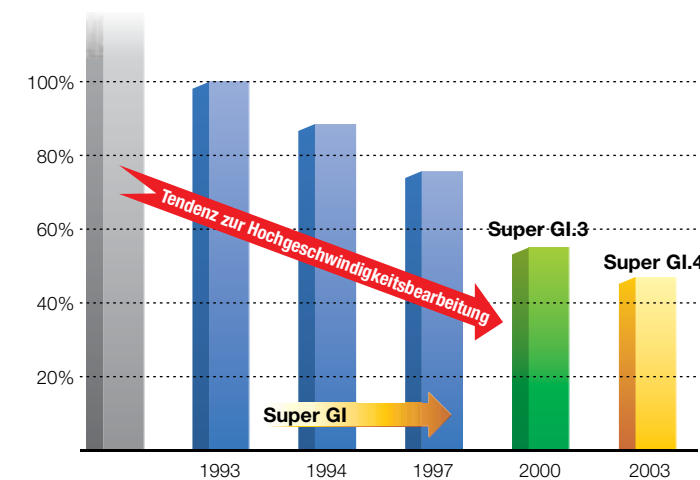
## Makino Professional 5 Control (PRO5)

Die F-Serie verwendet als Steuerungssoftware die Makino PRO5 zusammen mit der graphischen Benutzeroberfläche von Windows CE und einem Touch Screen. Diese Kombination verschafft Ihnen sofortigen Zugang zu allen Informationen, eine bedienerfreundliche und effiziente, PC-ähnliche Möglichkeit Daten zu verwalten und zu editieren und bietet Netzwerkfunktionen sowie Speichermöglichkeiten über eine Makino-eigene Datenzentrale.



## Super Geometric Intelligence (SGI.4)

Eine weitere Schlüsseltechnologie der F-Serie ist Makinos Steuerungssoftware Super Geometric Intelligence. Die aktuellste Version SGI.4 wurde speziell entwickelt für hohe Vorschübe, die Bearbeitung komplexer 3D-Formen mit engen Toleranzen und die entsprechende kontinuierliche Verarbeitung kleinster NC-Datensätze. Sie sorgt für schnellere Produktionsraten als die üblichen CNC-Systeme bei gleich bleibend großer Genauigkeit. Mit SGI.4 lassen sich Bearbeitungszeiten und Kosten drastisch senken.





## Einfache Bedienung und effiziente Späneentsorgung



Die Arbeitsraumtür schließt den Maschinenraum vollständig ab, damit bei Hochgeschwindigkeitsbearbeitungen keine Späne und Kühlmittel aus der Maschine geschleudert werden. Die großen Fenster verschaffen einen guten Einblick in den Maschinenraum.

Mit einem 20er Werkzeugmagazin verfügt die F-Serie über ausreichend Speicherkapazität für eine große Bandbreite an Werkzeugen. Der Automatische Werkzeugwechsler (ATC) hat sich äußerst bewährt, ist felderprobt und verfährt in zwei Richtungen mit direktem Zugriff, so dass der Werkzeugwechsel sehr schnell und zuverlässig erfolgt.



Die ATC-Klappe trennt den Arbeitsraum vom Werkzeugmagazin, so dass Späne und Kühlmittel nicht in das Magazin eindringen können.



Da die Arbeitsraumtür zusammen mit der oberen Maschinenverkleidung geöffnet wird, können große und schwere Werkstücke leichter mit einem Kran be- und entladen werden. In Kombination mit dem beweglichen Tisch in komfortabler Höhe ermöglicht die F-Serie einen deutlich schnelleren Werkstückwechsel und erlaubt dem Bediener eine bequeme Körperhaltung. Außerdem erleichtert eine Aussparung im Fußbereich der Tür den Zugang für den Bediener oder beispielsweise für einen Hubwagen.



Das Bedienpult ist um 90 Grad schwenkbar. So hat der Bediener beim Einrichten, bei Probebearbeitungen, im Normalbetrieb oder auch beim Laden von Werkzeugen per Hand an der Maschinenvorderseite die Steuerung stets in Reichweite.



Die Tür des Werkzeugmagazins ermöglicht einen raschen Zugriff und einfaches Auswechseln von Werkzeugen im Magazin. Das Bedienpult für den Werkzeugwechsler direkt neben der Tür unterstützt den Bediener bei Belade- oder Wartungsarbeiten am Magazin.



Im Arbeitsraum sorgen eine Reihe von Ausstattungsmerkmalen für eine schnelle und wirksame Späne- und Kühlmittelabfuhr. Die Innenflächen der Arbeitsraumtür sind geneigt. Dachförmige Teleskopabdeckungen in Verbindung mit Spüldüsen leiten Späne und Kühlmittel sicher in die Spänerinnen und die beiden Spiralförderer.



# Vertikale Bearbeitungszentren der F-Serie

Die Maschinen der F-Serie bieten Positions- und Wiederholgenauigkeiten im  $\mu$ -Bereich. Die Spindel, ausgelegt für eine große Vielfalt an Werkzeugen und Bearbeitungsmöglichkeiten, sorgt zusammen mit der Steuerungssoftware SGI.4 für eine unübertroffene Genauigkeit und Geschwindigkeit, wenn es um schwierige, anspruchsvolle und komplexe Geometrien geht. Damit ist diese Baureihe die ideale Lösung für Anwender, die nach Spitzenleistungen und außergewöhnlichen Bearbeitungsergebnisse zu vernünftigen Investitionskosten suchen – eine echte Wertanlage.

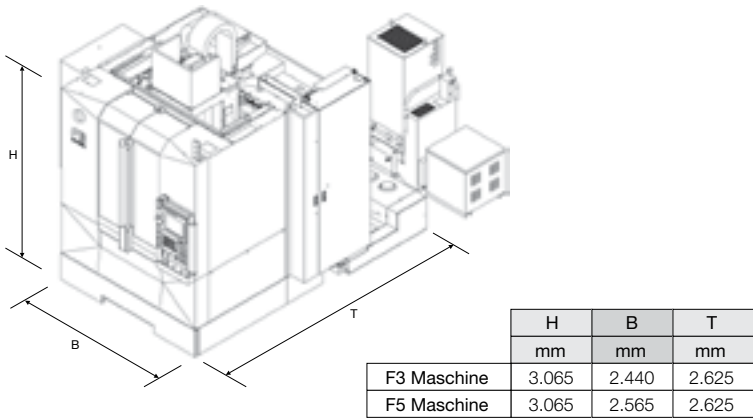
Vom...

- vom Prototypenbau bis zur Serienfertigung
- von Spritzgussformen und Prägwerkzeugen bis zu Schmiedegesenken
- vom Hochgeschwindigkeits- und Hartfräsen
- von Medizintechnik, über Elektronik, Luftfahrt- und Automobilindustrie, Optik, Konsumgüter bis hin zur Verpackungsindustrie.



# Technische Daten der Maschine

Verfahrwege	F3	F5
X-Achse:	650 mm	900 mm
Y-Achse:	500 mm	500 mm
Z-Achse:	450 mm	450 mm
Tischgröße:	850 x 500 mm	1.000 x 500 mm
Tischlast:	800 kg	1.000 kg
Achsenantriebe:	digitale AC Servomotoren	
Maschinenbett:	Meehanite Gusskonstruktion	
Kugelgewindespindel (Steigung):	8 mm	
X- und Y-Durchmesser:	40 mm	
Z-Durchmesser:	45 mm	
Lineare Positioniergenauigkeit (mit entsprechendem Fundament und konstanter Umgebungstemperatur):		
mit Glasmaßstäben (Standard):	±0,0015 mm	
Wiederholgenauigkeit:		
mit Glasmaßstäben (Standard):	±0,001 mm	
Linearmaßstäbe:	0,05 µm Auflösung	
Vorschubraten		
Eilgang:	20.000 mm/min	
Vorschub:	0 bis 20.000 mm/min	
Tippvorschub:	0 bis 8.000 mm/min	
Eilgangbeeinflussung:	Min. bis 100%	
Schnittvorschubbeeinflussung:	0 bis 200 %	
Automatischer Werkzeugwechsler		
Speicherkapazität:	20 Werkzeuge	
Max. Werkzeugdurchmesser (20er ATC):	114 mm	
Max. Werkzeuglänge:	300 mm	
Max. Werkzeuggewicht:	8 kg	
Kühlmitteltank		
Fassungsvermögen:	160	
Maschine		
Gewicht:	7.300 kg	7.500 kg



**Optionale Ausstattung:**  
30 Werkzeuge, Spindeln mit 12.000 min<sup>-1</sup> und 30.000 min<sup>-1</sup>, innere Kühlmittelzufuhr (1,5 MPa), innere Kühlmittelzufuhr (3,0 MPa), Kühlmittelbehälter hinten (625 l), Kühlmittelkühler, Kettenspäneförderer, innere Luftzufuhr, Kühnebelabsaugung, Minimalmengenschmierung, Automatische Werkzeuglängenmessung, Automatische Werkstückmessung, Reinigungspistole, 4. Achse, verschiedene Überwachungsoptionen.