



HÖFLER

VIPER 500 ^{MFM}

STIRNRAD-TECHNOLOGIE – ZYKLOIDENSCHLEIFMASCHINEN



KLINGELBERG

Innovative Stirnradbearbeitung für flexible Anforderungen

Rund um den Globus sichern sich Zahnrad- und Getriebehersteller ihren Vorsprung in der Zahnradbearbeitung durch innovative Spitzentechnologie von Klingelberg.

Der Geschäftsbereich **Höfler Stirnrad-Technologie** ermöglicht Anwendern nicht nur eine wirtschaftliche und hochpräzise Fertigung von Stirnrädern. Als Systemfamilie sind alle Maschinen für die Vor- und Feinbearbeitung auch komplexer Verzahnungen ideal aufeinander abgestimmt. Dabei gewährleisten ein hoher Forschungs- und Entwicklungsstandard und ein weltweites Servicenetzwerk sowie eine firmeneigene Anwendungstechnik durch jahrzehntelanges Know-how und höchste Innovationskraft eine kontinuierliche Spitzenstellung.

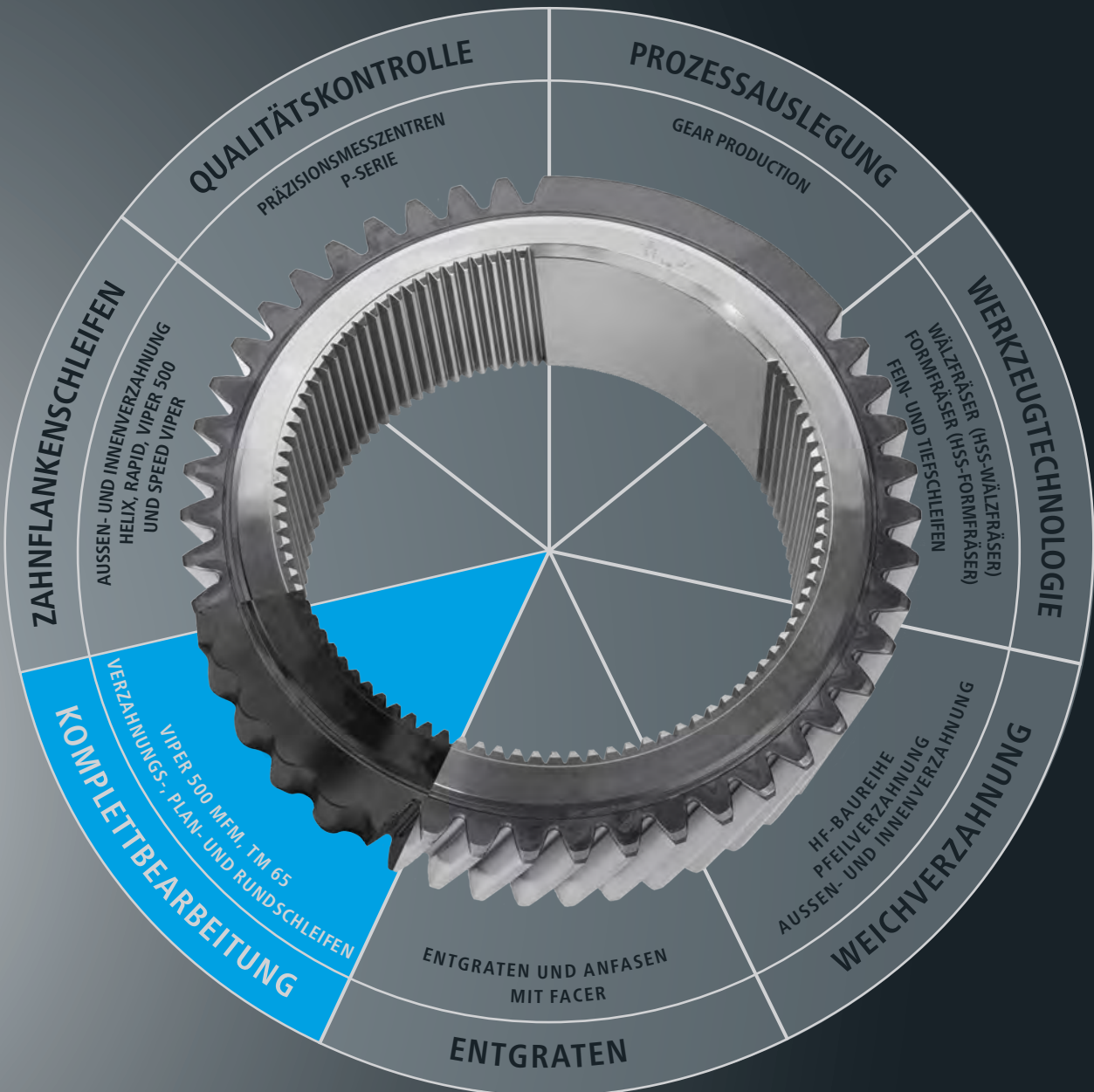
Klingelberg bietet die fortschrittlichste Technologie und die effizientesten Maschinen für jeden einzelnen Schritt der Fertigungsprozesskette von Stirnrädern: **Prozessauslegung, Fräsen, Messen, Entgraten, Schleifen** und **Qualitätskontrolle**. Entscheidend trägt dabei auch die **Software Gear Production** zur erfolgreichen Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte bei, denn eine optimale Prozesskontrolle und die hohe Bedienerfreundlichkeit garantieren höchste Effizienz im Produktionsalltag.

Höfler Stirnradmaschinen sind mit Blick auf die Praxis entwickelt und werden unterschiedlichsten Anforderungen aus den Anwendungsindustrien gerecht. Zu den Kunden zählen unter anderem Lohnverzahner und Getriebehersteller aus den Bereichen Luftfahrt, Fahrzeugtechnik, Bergbau, Bauindustrie, Industriegetriebe und Windkraft.



HÖFLER Zykloidenschleifmaschine VIPER 500 MFM in der Ausführung als Zelle

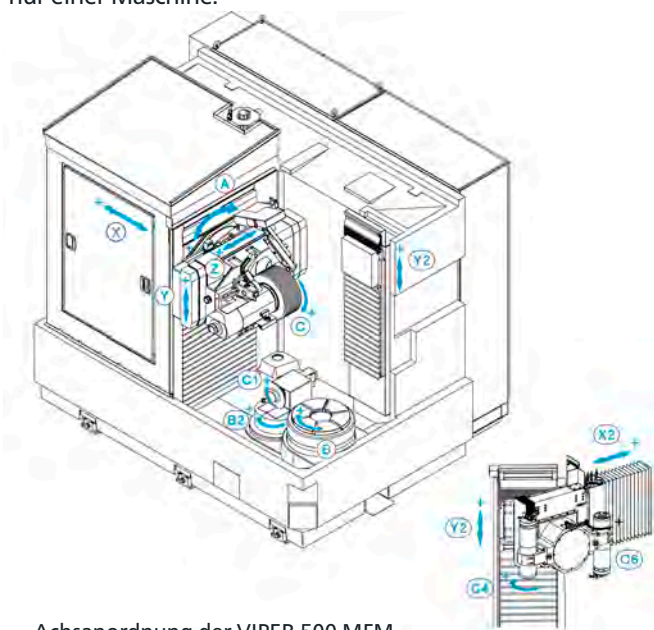
Außergewöhnliche Konzepte für jeden Prozessschritt in der Verzahnungstechnik



Spitzentechnologie für einen produktiven und präzisen Fertigungsprozess

Mit der **VIPER 500 MFM (Multifunktionsmaschine)** bietet Klingelnberg ein schlüssiges Gesamtkonzept zur Fertigbearbeitung von Zykloidenscheiben auf ein und derselben Maschine in einer Aufspannung. Zunächst wird die eigentliche Verzahnung im **Profil- oder Wälzschleifverfahren** schnell und präzise bearbeitet. Beim Profilschleifen verhilft das neuartige Klingelnberg 3D-Abrichtverfahren zu höchster Genauigkeit. Eine neu entwickelte zusätzliche Schleifeinheit in der bewährten Basismaschine anstelle des Gegenhalters ermöglicht es, nach dem Schleifen der Zykloidenverzahnung auch die Exzenterbohrungen in höchster Präzision fertig zu bearbeiten. Beim „Adaptive Grinding“ wird mit dem integrierten Präzisionsmesszentrum die exakte Fluchtung der Bohrungen mit der Verzahnung sichergestellt. Zum Gesamtkonzept gehört auch ein neu entwickeltes Spannsystem, mit dem bis zu vier Scheiben im Paket hauptzeitparallel gerüstet und fix und fertig vorbereitet auf einem Spanndorn in die Maschine gebracht werden können. Erweitert um eine automatische Beladung und ein integriertes Präzisionsmesszentrum P 40 zeigt sich die VIPER MFM als Zykloiden-Schleifmesszelle fit für die Industrie 4.0. Im vollautomatischen **Closed Loop** mit dem Präzisionsmesszentrum wird das Werkstück automatisch gemessen und es werden—falls erforderlich—Korrekturen durchgeführt. Damit bietet Klingelnberg seinen Kunden eine einzigartige Lösung zur Bearbeitung von Zykloidenscheiben auf nur einer Maschine.

- Maschine speziell zur Komplettbearbeitung von Zykloidenscheiben
- Bearbeitung von Verzahnung und Exzenterbohrungen in einer Maschine ohne Umspannen
- Zusätzliche Schleifeinheit anstelle des Gegenhalters
- Präzise Fluchtung der Bohrungen mit der Verzahnung durch integriertes Messsystem und Adaptive Grinding
- Zweite Bearbeitungsmaschine entfällt
- Hauptzeitparalleles Rüsten auf separater Rüststation



CNC Achsen

X Radialachse
Y Hubschlitten
B Maschinentisch
A Schrägungswinkel
Z Shiftachse
C, C₁ Geregelte Schleifscheiben- und Abrichtrollenantriebe

B₂ Schwenken der Abrichteinheit
X₂ Radialachse Rundscheifen
Y₂ Hubschlitten Rundscheifen
C₄ Rundscheifspindel₁
B Rundscheifspindel₂

Achsanordnung der VIPER 500 MFM

Done in One - Bohrungs- und Verzahnungsschleifen auf einer Maschine

Profilschleifen



- Schleifen der Verzahnung im flexiblen Profilschleifverfahren

Wälzschleifen



- Schleifen der Verzahnung im schnellen Wälzschleifverfahren

Bohrungsschleifen



- Schleifen der Bohrungen mit CBN-Schleifstiften

Adaptive Grinding: Produktivität und Prä- zision steigern

Die Werkstücke werden außerhalb der Maschine zu einem Paket von vier Stück zusammengespant, welches in die Maschine eingebracht wird.

1. Zuerst wird die Verzahnung im Wälzschleifverfahren geschruppt.

2. An einem Prüfbund kalibriert sich der Messtaster automatisch und misst den Fußkreisdurchmesser der Verzahnung.

3. Im nächsten Arbeitsgang wird auf das endgültige Maß geschlichtet. Die Verzahnung ist fertig geschliffen und kann auf der Maschine gemessen werden. Die Lage der Verzahnung auf der Maschine ist bekannt.

4. Lage und Durchmesser der Bohrungen werden bestimmt. Die Bohrungen werden geschruppt, danach wird wieder automatisch gemessen.

5. Zuletzt werden die Bohrungen fertigbearbeitet und können auf der Maschine vermessen werden.

FAZIT: Dank exzellenter Technologie kann bei der VIPER 500 MFM häufig das zeit- und kostenintensive Vermessen und Paaren der Bauteile entfallen.

Hightech kann auch einfach sein!

HÖFLER Stirnrad-Schleifmaschinen sind das Mittel der Wahl, wenn insbesondere für die Roboterindustrie hochgenaue Zykloidenverzahnungen mit hoher Präzision zu bearbeiten sind. In der herkömmlichen Prozesskette sind immer noch weitere Maschinen zum Ausschleifen der Exzenterbohrungen in den Zykloiden Scheiben erforderlich. Verkettung von Maschinen, zusätzlicher Platzbedarf und vor allem das Umrüsten von Bauteilen, das mit Qualitätseinbußen einhergeht, sind die Folge. Die VIPER 500 MFM verbindet Höchstpräzision und Wirtschaftlichkeit: erstmalig durch das Schleifen der Außenverzahnung und der Exzenterbohrungen in einer Aufspannung.

- Zeitersparnis, da Rüst- und Handlingsaufwand entfallen sowie Einsparung der Produktionsfläche
- Keine Spezialmaschinen für die Hart-Feinbearbeitung der Exzenterbohrungen nötig
- Höchste Prozessgüte durch integrierte Qualitätsüberwachung



HÖFLER Zykloiden Schleifmaschine VIPER 500 MFM in der Ausführung als Zelle



Done in one: Integration von Bohrungs- und Verzahnungsschleifen auf einer Maschine

- Hochproduktives Profil- und Wälzschleifen von Zykloidenverzahnungen
- Bohrungsschleifen durch zusätzlichen Schleifkopf
- Direktantriebe für höchste Genauigkeit
- Zusätzliche Achse für Schrupp- und Schlichtwerkzeuge
- Schleifen von zentrischen und exzentrischen Bohrungen
- Schleifen von Lagersitzen



Adaptive Grinding-System

- Komplette Kontrolle des Schleifprozesses durch das neue Adaptive Grinding-System
- Selbsttätige Vermessung und Korrektur der Werkstücke beim Verzahnungsschleifen für höchste Präzision
- Selbsttätige Vermessung und Korrektur der Werkstücke beim Bohrungsschleifen für höchste Präzision
- Höchste Prozessgüte durch integrierte Qualitätsüberwachung mittels integriertem Messsystem



Einfache Fertigung hochgenauer Zykloidenverzahnung dank Closed Loop-System

- Kinderleichte Fertigung hochgenauer Zykloidenscheiben dank Klingelberg Messtechnik und Closed Loop-System
- Automatische Korrektur anhand der Messergebnisse, kein Eingreifen des Bedieners in den Prozess erforderlich
- Closed Loop im flexiblen Profilschleifverfahren mit universellen Formabrichtrollen: automatische Komplettvermessung aller Lücken der Zykloidenverzahnung auf dem Präzisionsmesszentrum und damit Überwachung der erzeugten Profilform
- Bestimmung und Durchführung einer entsprechenden Formkorrektur durch modifiziertes Abrichten



Schnelle Qualitätsprüfung mit der KLINGELNBERG Präzisionsmesstechnik

- Klingelberg Präzisionsmesszentren sind für die schnelle Messung von rotationssymmetrischen Bauteilen optimiert
- Kombination aus Formmessung, 3D-Koordinatenmessungen mit hochgenauem 3D NANOSCAN Tastsystem sowie hochgenauem Rundtisch ermöglicht bei Zykloidenverzahnungen die vollständige Vermessung der Referenzbohrungen (cam bores)
- Hochgenaue, funktionsgerechte Verzahnungsmessung sowie dimensionale Messung und Formmessung aller Geometrieelemente
- Schneller Scanprozess der Zykloidengeometrie und hochgenaue Erfassung der Zahnform

HIGHLIGHTS



Minimale Umrüstzeiten

- Schneller Wechsel von Wälz- auf Profilschleifen nur durch Austausch der Schleifscheibe, des Schleifscheibenflansches sowie der Abrichtrolle
- Schneller Wechsel der Schleifscheibe mithilfe der Schwenkachse, die die Schleifscheibe um 180 Grad zum Bediener bewegt
- Werkzeug-Schnellspannsystem für einen einfachen und schnellen Wechsel der Werkzeuge
- Schneller Wechsel der Bohrungsschleifstifte dank HSK-Schnittstelle



Industrie 4.0-Lösungen mit dem Gesamtsystem GearEngine®

- Alles auf einen Blick: Der Zellzustand wird auf kompakten Dashboards visualisiert
- Neueste Technologie für Zukunftssicherheit: OPC UA-Standard für Maschinendaten
- Intuitive Software: Einfache Abfrage von Messergebnissen mit Laserscannern
- Einfache Datenintegration durch automatische Archivierung und Abfrage von Messdaten
- Ausschluss von Bedienfehlern durch softwaregestützte Assistenten für alle Arbeitsschritte



Komfortables und übersichtliches Bedienkonzept

- Intelligente Steuerungstechnik mit einer schnellen, rationellen und intuitiven Dialogeingabe und Arbeitsvorbereitung
- Klare Bedienführung und visuelle Ablaufunterstützung vermeiden Anwendungsfehler
- Kontinuierliche grafische Darstellung der Maschinenzustände und Prozesse
- Grafische Darstellung möglicher Kollisionen der Werkstückaufspannung, bevor das Problem an der Maschine auftritt

Zykloiden-Schleifmesszelle: Messen und Bearbeiten

1 Integration von Bohrungs- und Verzahnungsschleifen auf einer Maschine

2 Verbindung der Bearbeitungsmaschine und des Präzisionsmesszentrums durch Automation



3 Komfortables und übersichtliches Bedienkonzept mit intelligenter Steuerungstechnik

4 Einfachste Bedienung durch geführten Rüstprozess



Echte Produktivitätssteigerung mit der Software Gear Production

Höfler Stirnradschleifmaschinen zeichnen sich nicht nur durch eine zuverlässige und hoch entwickelte Hardware aus. Die firmenintern entwickelte Software Gear Production garantiert eine komfortable Bearbeitung auch komplexer Topografien und gewährleistet höchste Effizienz in der täglichen Anwendung. Nur Gear Production erschließt dem Anwender dabei das konzentrierte Wissen um Bearbeitungsstrategien und Prozessabläufe nach dem neuesten Stand der Technik.

Gear Production trägt außerdem durch zahlreiche Funktionen aktiv zur Produktivitätssteigerung bei. Mit Adaptive Grinding, 3D-Abrichten und dem Closed Loop für Zykloiden wurden Softwaremodule entwickelt, mit denen Fertigungszeiten erheblich reduziert und die erreichbare Genauigkeit deutlich gesteigert werden können.

Voranalyse / Arbeitsvorbereitung:

- Exakte Prozesszeitberechnung mit Original-Maschinendaten
- 3D-Analyse der geplanten Prozessschritte hinsichtlich Arbeitsbereich und möglicher Störkonturen
- Voranalyse der Werkzeugstandzeit
- Import optimierter Werkzeugprofile

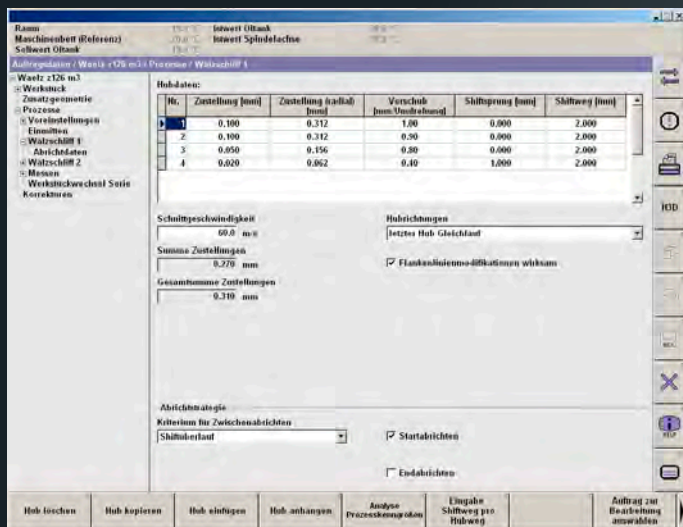
Dateneingabe / Bedienung:

- Einfache Navigation durch klar strukturierte Oberflächenbereiche
- Übersichtliche, Microsoft® Windows®-ähnliche Datenverwaltung
- Intuitive Dateneingabe dank grafischer Darstellung
- Klare Bedienung durch eine automatisch generierte Liste von Prozessschritten
- Leicht verständliche Eingabe auch komplexer Profilformen dank kundenspezifischer Assistenten
- Verschiedene Technologieassistenten für eine Vielzahl erprobter und bewährter Prozessvarianten

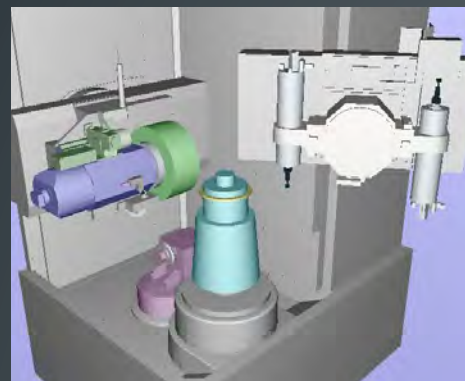
Automatische Archivierung:

- Flankenmaßstäbe und Flankenlinien des Rohteils (optional)
- Verschleißkenngrößen beim Abrichten
- Prüfdiagramme des Fertigteils

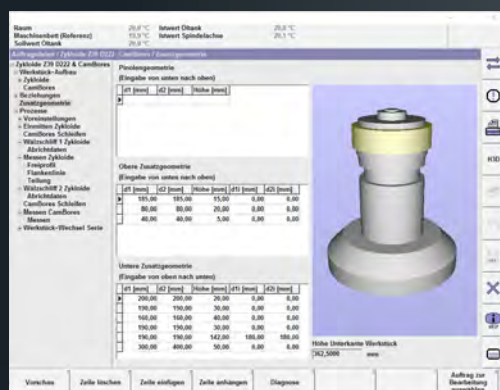
Höchste Prozesseffizienz mit der Software Gear Production



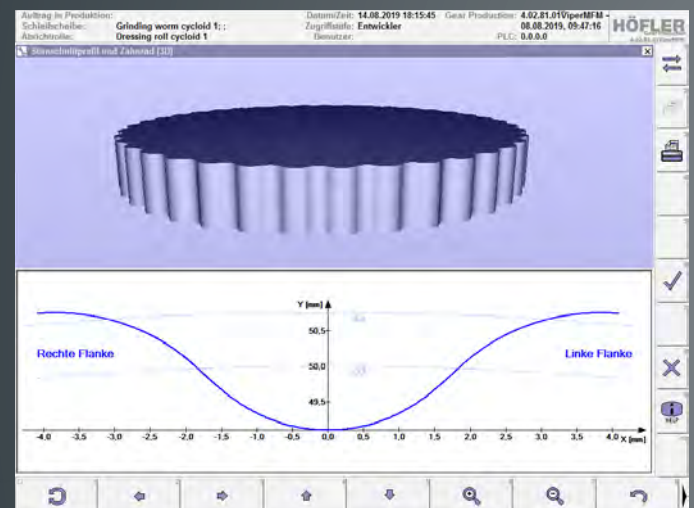
Eingabe der Prozessdaten für das Wälzschleifen



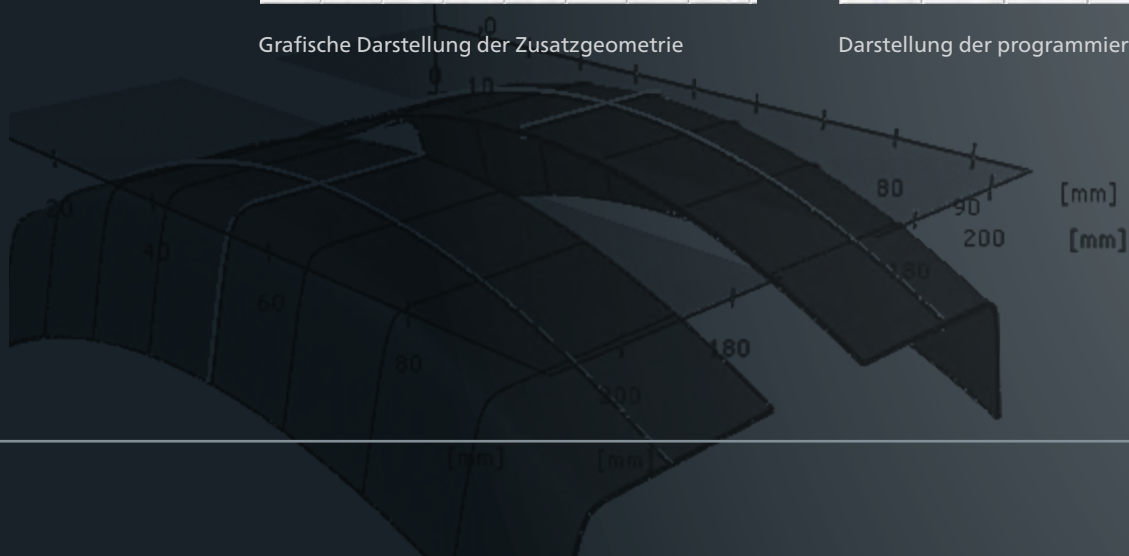
3D-Darstellung des Gear Production-internen Maschinenmodells



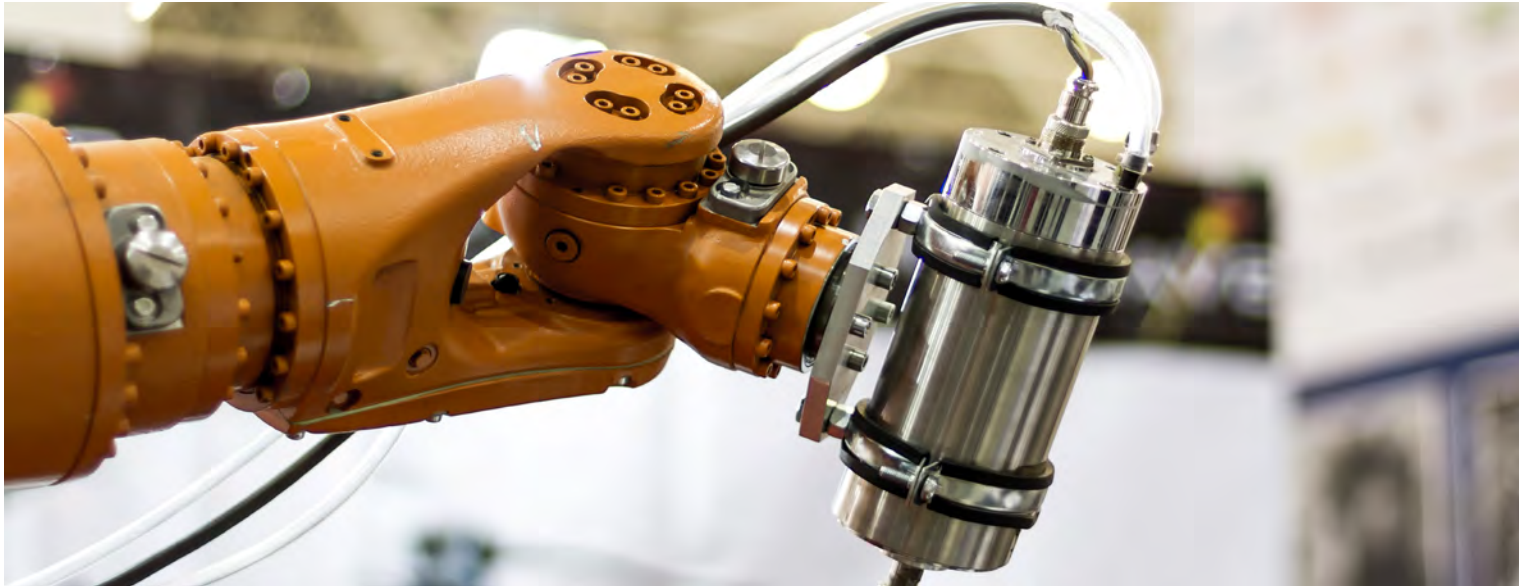
Grafische Darstellung der Zusatzgeometrie



Darstellung der programmierten Profilform



Roboterindustrie



In Roboter Gelenken werden Getriebe mit einer hohen Übersetzung, einer sehr hohen Steifigkeit und minimalem Spiel benötigt, die gleichzeitig klein und leicht sein müssen. Für diese speziellen Anforderungen hat sich die Zykloidenverzahnung als besonders geeignet erwiesen und in weiten Teilen der Industrie durchgesetzt. Im Vergleich zu evolventischen Verzahnungen sind Zykloiden allerdings empfindlich gegenüber Achsabstandsänderungen, was einen wesentlichen technischen Nachteil dieser Verzahnungsart darstellt.

Um Zykloidengetriebe mit guten Laufeigenschaften und einer hohen Tragfähigkeit zu erhalten, ist eine besondere Präzision bei der Herstellung der Verzahnungen und der Grundkörper erforderlich. Der Fußkreis der Verzahnung muss in sehr engen Toleranzen von

wenigen Mikrometern gehalten werden. Zusätzlich müssen die Referenzflächen extrem genau zur Verzahnung laufen. Prinzip bedingt handelt es sich bei den Referenzflächen entweder um eine Zentralbohrung oder um drei sternförmig im Grundkörper angeordnete Referenzbohrungen, die sogenannten „cam bores“. Da die hohen Genauigkeiten mit standardmäßig am Markt erhältlichen Werkzeugmaschinen und typischen Bearbeitungsfolgen nicht eingehalten werden können, werden die Bauteile vermessen und entsprechend ihrer Toleranzlage miteinander gepaart. Das bedeutet hohe Zusatzkosten und einen enormen logistischen Aufwand in Produktion und Montage. Klingelberg hat mit der VIPER 500 MFM erstmals eine Maschine entwickelt, mit der die Einhaltung dieser engen Toleranzen möglich ist. Dadurch können erhebliche Kostensenkungen realisiert werden.

Automobilindustrie



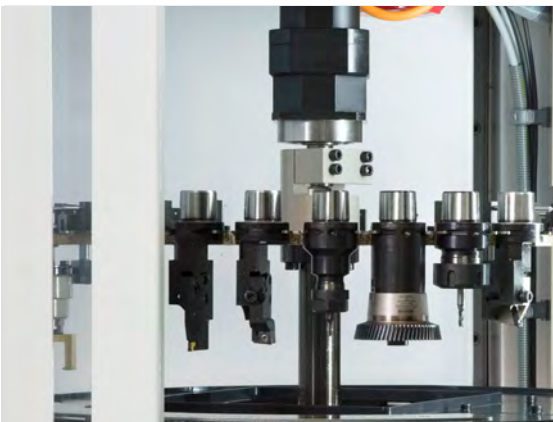
Positionieren von Arbeitsplattformen in der Automobiltechnik: Ob im Zusammenspiel mit dem Roboter oder mit dem menschlichen Kollegen—ein mit einem Zykloidengetriebe ausgestatteter Positionierer bringt die zu bearbeitende Baugruppe ebenso flexibel wie präzise in eine ergonomische Arbeitsposition.

Fließfertigung



Zykloidengetriebe werden überwiegend dort eingesetzt, wo sehr hohe Ansprüche an die Exaktheit der Bewegungsbahn und die Positionsgenauigkeit der Endlage gestellt werden. Zugleich können umkehrspielfrei höchste Beschleunigungsrampen und Geschwindigkeiten erzielt werden. Durch ihre kompakte Bauform können typischerweise Übersetzungsstufen bis 1:300 ohne Vorgelege realisiert werden. Auch unter höchster Beanspruchung laufen sie geräusch- und wartungsarm. Die Vielseitigkeit der Anwendung beginnt bei typischen Pick & Place-Aufgaben in der Bandmontage.

Werkzeugmaschinen



Nicht nur Werkstücke und Werkzeuge müssen mit Höchstgeschwindigkeit exakt positioniert werden. Das gleiche gilt für Werkzeugmagazine. Auch hier kommen Zykloidengetriebe zum Einsatz und bewähren sich unter härtesten Bedingungen. Dabei bauen sie sogar kleiner als vergleichbare Torquemotorantriebe.

Medizintechnik



Bei den bildgebenden Verfahren der Medizintechnik, wie z.B. der Kernspintomografie, kommen Zykloidengetriebe ebenfalls zum Einsatz. Neben der erforderlichen Präzision liegt hier ein besonderes Augenmerk auf der hohen Betriebssicherheit in Verbindung mit einem geringen Betriebsgeräusch.

Verpackungsindustrie



Beim Einsatz in der Verpackungsindustrie und insbesondere im Lebensmittelbereich kommt es nicht nur auf Geschwindigkeit und hohe Genauigkeit an. Kompakte Zykloidengetriebe bieten hier mit ihrer geringen Massenträgheit ohnehin einen Vorteil gegenüber anderen Bauformen. Darüber hinaus lassen sie sich hygienisch abdichten und können so—mit einer Speziallackierung versehen—auch für Lebensmittel eingesetzt werden.

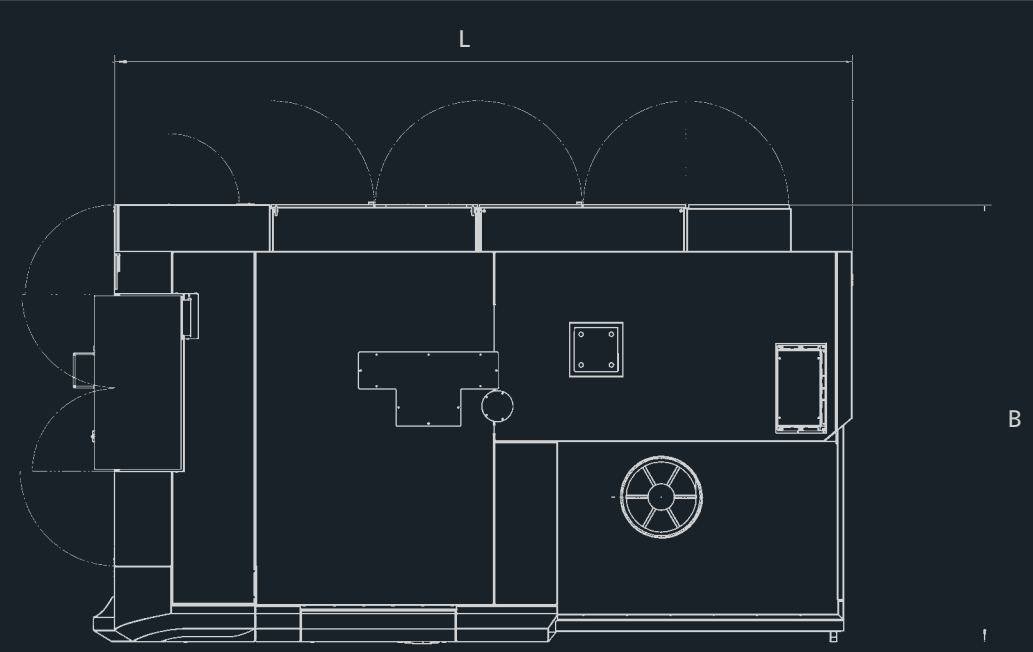
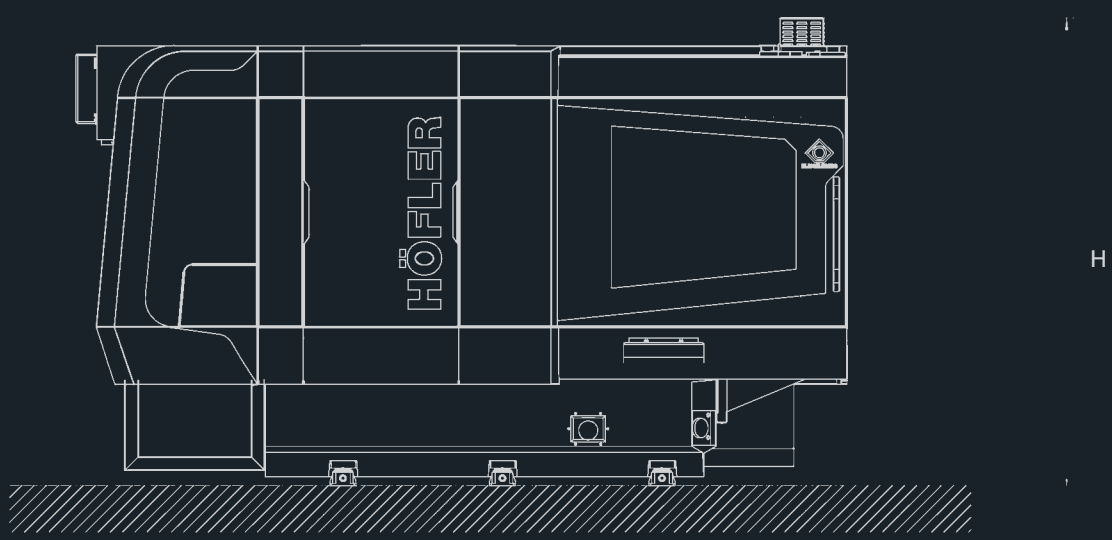
TECHNISCHE DATEN

	Außenverzahnung	Bohrungsschleifen
Schleifschneckendurchmesser (min. – max.)	Ø 230 mm – Ø 350 mm	Ø 15 mm – Ø 50 mm
Schleifschneckenbreite (max.)	150 mm	30 mm
Schleifschneckendrehzahl (max.)	6.000 min ⁻¹	26.000 min ⁻¹
Werkstückdurchmesser außen (max.)	Ø 400 mm	
Werkstückbreite (ein Rad) (max.)	-	25 mm
Werkstückbreite (bzw. Breite des Stapels)	-	120 mm
Bohrungsdurchmesser Werkstück (min.)	-	Ø 16 mm
Eintauchtiefe in das Werkstück (nur Schleifstift) (max.)	-	150 mm
Entfernung Bohrungsfläche zur Werkstückachse X2 (max.)	-	175 mm
Gesamtanschlussleistung	60 kW	
Maschinenabmessungen (L x B x H)	ca. 4.790 x 3.120 x 2.690 mm	
Abmessungen der Filtereinheit (L x B)	ca. 3.500 x 2.200 mm	
Nettogewicht	ca. 16.500 kg	

Die oben genannten Maximalwerte sind für industrietypische Getriebe ermittelt worden. Gegebenenfalls muss geprüft werden, ob eine Kombination der Maximalwerte möglich ist.

Die Abmessungen der Standardausführung dienen zur Orientierung. Schwenkbereiche für Türen, Bedienpanels u. Ä. sind hier unberücksichtigt. Der letztendliche Platzbedarf ergibt sich aus der jeweiligen, individuellen Konfiguration der Maschine.

Aufstellmaße



Alle Angaben in mm

KLINGELNBERG Service

Die Klingelberg Gruppe zählt zu den führenden Unternehmen in der Entwicklung und Fertigung von Maschinen zur Kegelrad- und Stirnradbearbeitung, von Präzisionsmesszentren für Verzahnungen und rotationssymmetrische Bauteile sowie in der Fertigung hochpräziser Antriebskomponenten im Kundenauftrag. Neben dem Hauptsitz in Zürich (Schweiz) zählen zu den weiteren Entwicklungs- und Fertigungsstandorten Hückeswagen und Ettlingen (Deutschland) sowie Győr (Ungarn).

Dazu kommen Vertriebs- und Serviceniederlassungen sowie zahlreiche Handelsvertretungen weltweit. Auf dieser Basis bietet Klingelberg den Anwendern ein umfangreiches Dienstleistungsangebot rund um die Auslegung, das Fertigungsverfahren und die Qualitätsprüfung von Zahnrädern. Das Spektrum umfasst technische Beratungen, Maschinenabnahmen im Werk, Bediener- und Softwareschulungen sowie Wartungsverträge.

KLINGELNBERG Lösungen

Klingelberg Lösungen kommen neben der Automobil-, Nutzfahrzeug- und Luftfahrt-industrie auch im Schiffbau, der Windkraftindustrie sowie im allgemeinen Getriebebau zum Einsatz. Mit zahlreichen F&E-Ingenieuren rund um den Globus und über 200 erteilten Patenten stellt das Unternehmen seine Innovationskraft stetig unter Beweis.

KLINGELNBERG AG

Binzmühlestrasse 171
8050 Zürich, Switzerland
Fon: +41 44 278 7979
Fax: +41 44 273 1594

KLINGELNBERG GmbH

Peterstraße 45
42499 Hückeswagen, Germany
Fon: +49 2192 81-0
Fax: +49 2192 81-200

KLINGELNBERG GmbH

Industriestraße 19
76275 Ettlingen, Germany
Fon: +49 7243 599-0
Fax: +49 7243 599-165

Ihren lokalen Kontakt für Verkaufsberatungen finden Sie auch unter: www.klingelberg.com/kontakt