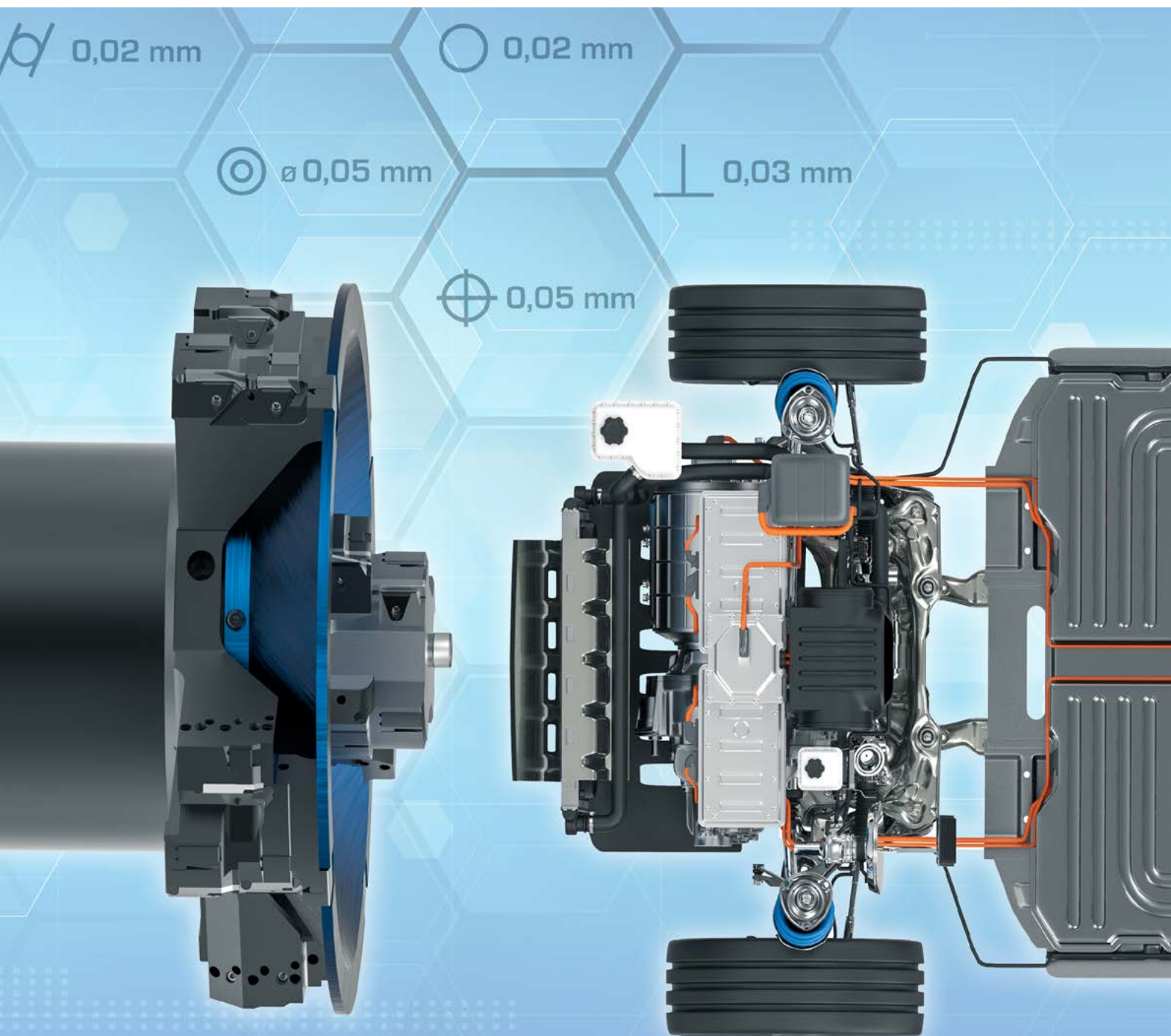




Ihr Technologiepartner für die wirtschaftliche Zerspanung  
**ELEKTRIFIZIERTE MOBILITÄT**



# Märkte und Branchen

In langjähriger, enger Zusammenarbeit mit den Kunden hat sich MAPAL ein tiefgreifendes Prozessverständnis für fast alle Verfahren und Anwendungen in der zerspanenden Fertigung erworben. Die Anwendungsfelder, in denen Bearbeitungslösungen von MAPAL zum Einsatz kommen, liegen dabei in unterschiedlichsten Branchen.

Für die Herausforderungen der Automobilindustrie und der dabei zugrundeliegenden Großserienfertigung erarbeitet MAPAL seit jeher Innovationen, die sowohl im Chassis als auch im Powertrain-Bereich und in der Elektromobilität von allen namhaften Herstellern und ihren Zulieferern erfolgreich eingesetzt werden. Mit prozesssicheren Lösungen ist MAPAL ebenfalls ein akkreditierter Partner der Luftfahrtindustrie und setzt Trends und Standards in der Fertigungs- und Zerspanungstechnik. Auch für das jüngste Kompetenzfeld, den Werkzeug- und Formenbau, steht ein umfassendes Produktprogramm bereit.





**Deutschland**  
Zentrale der Unternehmensgruppe

## Nahe beim Kunden – weltweit

Der enge Dialog mit den Kunden und damit auch das frühzeitige Erkennen von technologischen Anforderungen und Ansätzen für Innovationen sind für MAPAL wesentliche Pfeiler der Unternehmenspolitik. Demzufolge ist MAPAL in 25 Ländern mit Produktions- und Vertriebsniederlassungen direkt vertreten. So sind kurze Wege, persönliche Kontakte und langfristige Partnerschaften möglich.

Neben den maßgeblichen Produktionsstätten in Deutschland garantieren lokale Produktionseinrichtungen in strategisch wichtigen Märkten weltweit kurze Lieferzeiten. Sie sind verantwortlich für die Herstellung ausgewählter Produkte sowie für Wiederaufbereitungen, Reparaturen und Wiederholaufträge für den lokalen Markt.

Neben den eigenen Niederlassungen sind MAPAL Produkte in weiteren 19 Ländern über Vertriebsvertretungen erhältlich.



# Nr. 1

Technologieführer für die zerspanende Bearbeitung von kubischen Bauteilen.

Niederlassungen mit Produktion, Vertrieb und Service in

# 25

Ländern.

Jährliche Investitionen in Forschung und Entwicklung in Höhe von

# 6%

des Umsatzes.

Über

# 450

technische Berater im Außendienst.

Mehr als

# 300

Auszubildende weltweit.

Unser größtes Gut: Mehr als

# 5.000

Mitarbeiter weltweit.



MAPAL-  
Branchen

- 1 Elektromobilität
- 2 Automotive
- 3 Luft- und Raumfahrt
- 4 Maschinenbau
- 5 Energieerzeugung
- 6 Medizintechnik
- 7 Werkzeug- und Formenbau
- 8 Schiffbau
- 9 Schienenverkehr

# Elektrifizierte Mobilität – Werkzeuglösungen für jedes Konzept

## Die Mobilität wandelt sich – Ziel ist eine CO<sub>2</sub>-neutrale Zukunft

Für die Fahrzeugindustrie heißt das, alternative Antriebskonzepte zu entwickeln. Ein Ansatz ist es, weg vom Verbrennungsmotor, hin zum Elektroantrieb. Doch diese Entwicklung passiert nicht von heute auf morgen. So werden die Komponenten des konventionellen Antriebs weiterentwickelt und der Einsatz von Fahrzeugen mit Hybridsystemen nimmt zu. Trotzdem – über kurz oder lang sollen vollelektrifizierte Fahrzeuge den Hauptanteil auf den Straßen ausmachen.

Als Zulieferer von Zerspanungswerkzeugen für die Automobilindustrie hat MAPAL dieses Thema schon früh in die strategische Ausrichtung des Unternehmens einfließen lassen. Und seine Kompetenz bei der Bearbeitung des konventionellen Antriebsstrangs auf die zu zerspanenden Bauteile in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen übertragen.



# INHALT

## Einführung

---

Neue Systeme und Bauteile für die elektrifizierte Mobilität .....	6
-------------------------------------------------------------------	---

## Elektrifizierte Antriebe

---

Anforderungen und Bearbeitungsprozess .....	8
---------------------------------------------	---

Zerspanungsanforderungen Et Merkmale verschiedener Gehäusearten ..	10
--------------------------------------------------------------------	----

### Bearbeitungslösungen für E-Motorengehäuse

Statorbohrung .....	12 - 16
---------------------	---------

Lager- und Positionsbohrungen, Dicht- und Anlageflächen .....	18
---------------------------------------------------------------	----

## Elektrifizierte Nebenaggregate

---

Bearbeitungslösungen für Scrollverdichter .....	20
-------------------------------------------------	----

## Energieversorgung

---

Bearbeitungslösungen für Batteriegehäuse und Leistungselektronik ..	22
---------------------------------------------------------------------	----

## Elektrifizierte Mikromobilität

---

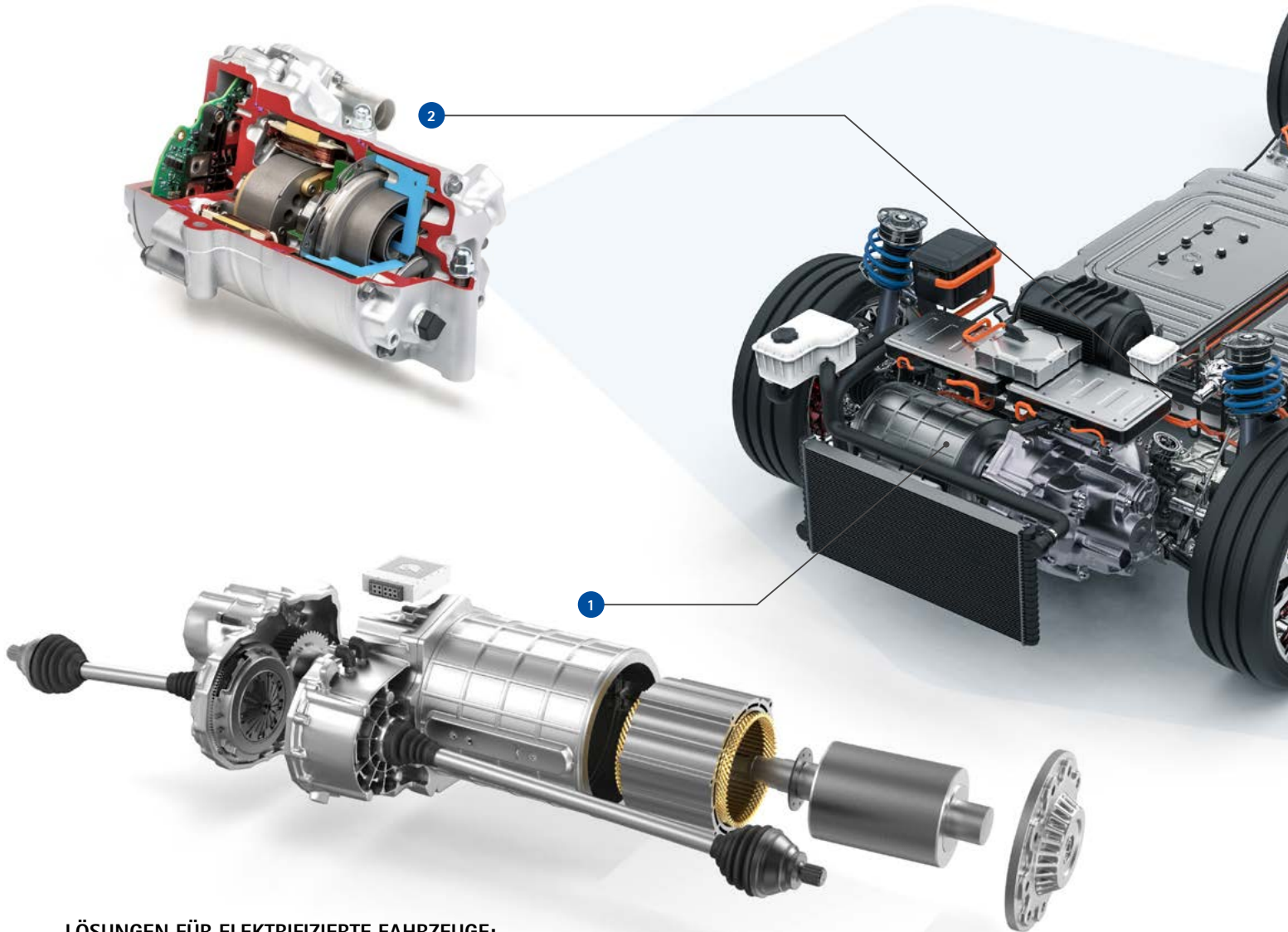
Bearbeitungslösungen für kleine Motorengehäuse .....	24
------------------------------------------------------	----

## Engineering

---

MAPAL als Technologiepartner .....	26
------------------------------------	----

# Neue Systeme und Bauteile für die elektrifizierte Mobilität



## LÖSUNGEN FÜR ELEKTRIFIZIERTE FAHRZEUGE:

1

### Elektrifizierte Antriebe

(Hybrid und vollelektrisch)

#### Hochpräzise bei großen Durchmessern

In Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb werden unterschiedliche E-Motorengehäuse eingesetzt. Dabei kann zwischen drei grundsätzlichen Aufbauarten differenziert werden. MAPAL stellt innovative Werkzeuglösungen für die Zerspanungsaufgaben bei den Gehäusearten vor.

» Mehr ab Seite 8

2

### Elektrifizierte Nebenaggregate

(Thermomanagement)

#### Spiralformen mit Toleranzen im $\mu\text{m}$ -Bereich

Nicht nur Antrieb und Energiespeicher sind von der Elektrifizierung der Fahrzeuge betroffen, sondern auch einige Nebenaggregate. Ein Beispiel hierfür ist der elektrische Kältemittelverdichter (Scrollverdichter).

» Mehr ab Seite 20

3

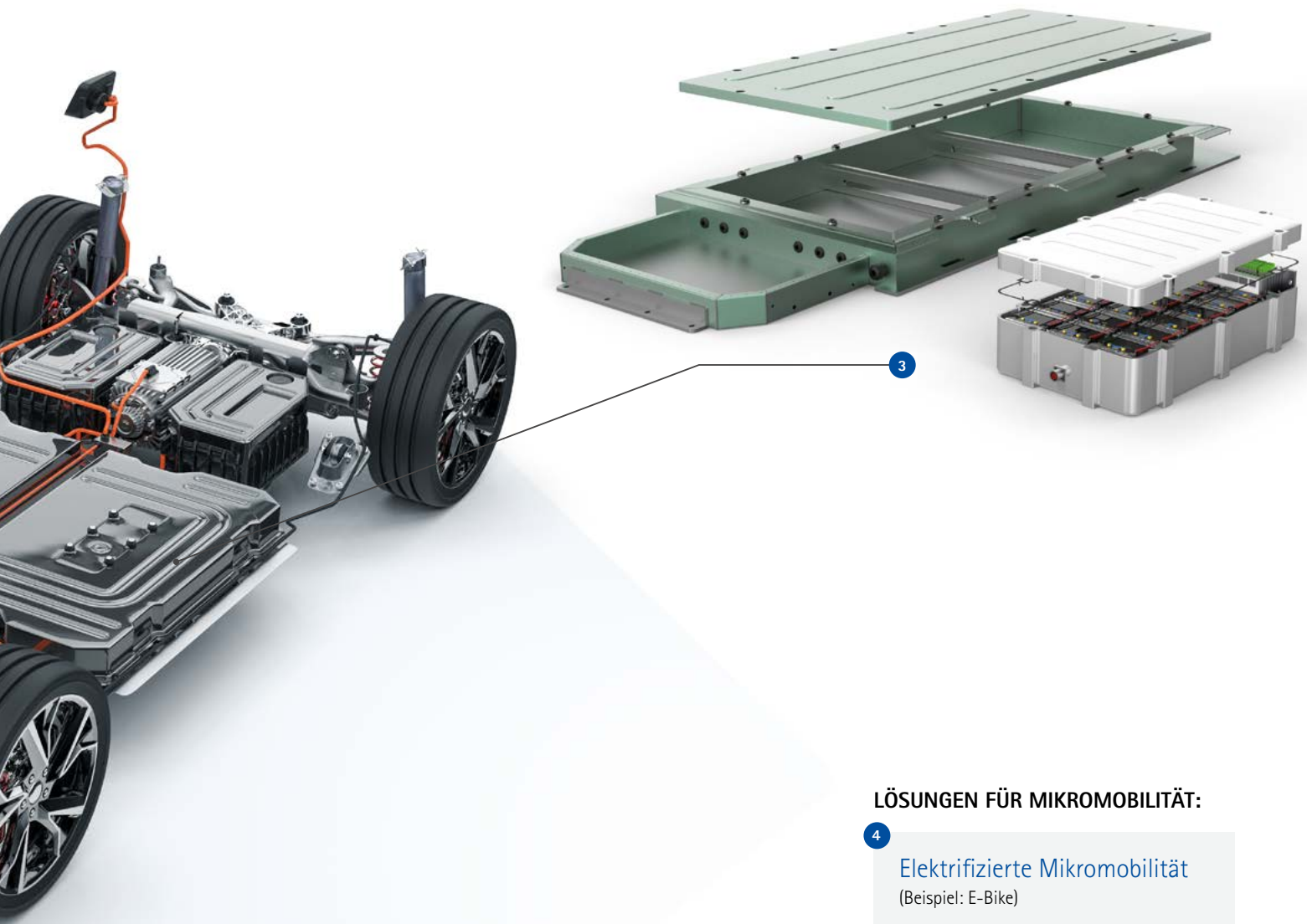
### Energieversorgung

(Speicher, Steuerung, Ladung)

#### Komplexe, dünnwandige Gehäuse vibrationsfrei bearbeiten

MAPAL bietet für die verschiedenen Gehäusevarianten von Batterie und Leistungselektronik die entsprechenden Werkzeuge mit der optimalen Bearbeitungsstrategie. Das leistungsstarke Werkzeugportfolio umfasst PKD- und VHM-Werkzeuge.

» Mehr ab Seite 22



#### LÖSUNGEN FÜR MIKROMOBILITÄT:

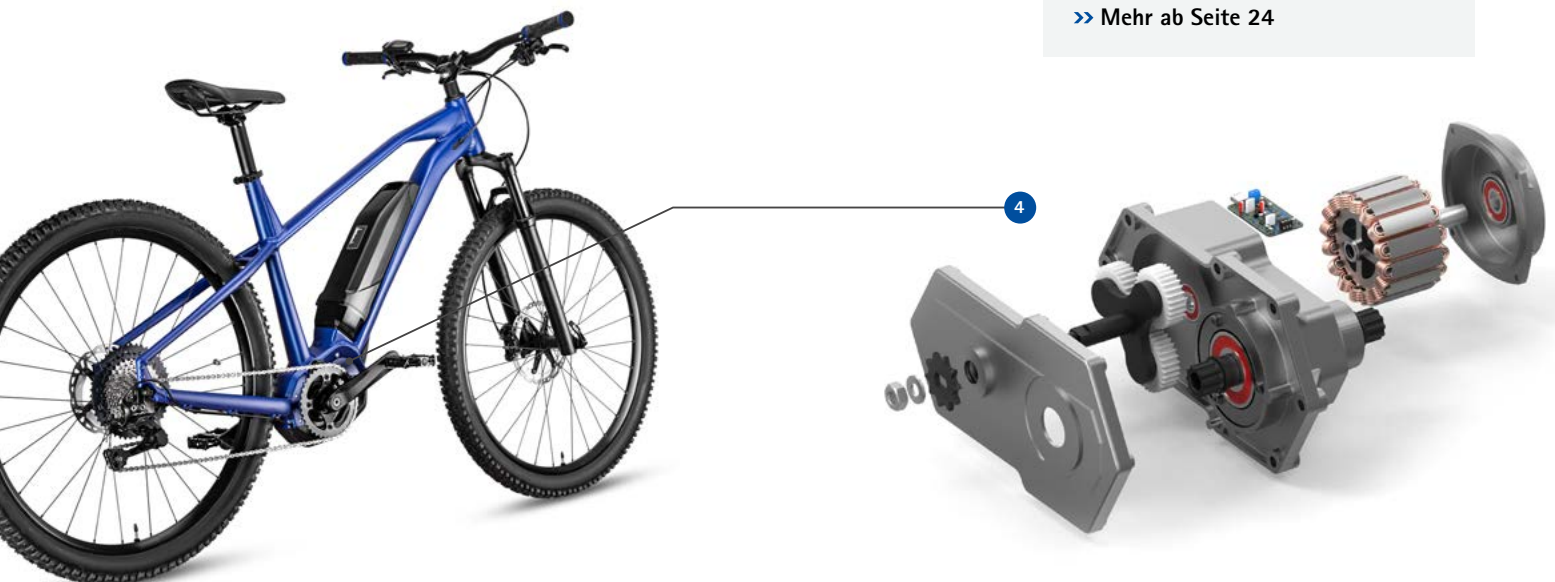
4

##### Elektrifizierte Mikromobilität (Beispiel: E-Bike)

###### **Auch im kleinen Maßstab hochgenau**

Die sehr dünnwandigen, aus Aluminium oder Magnesium hergestellten Gehäuse müssen in engen Form-, Lauf- und Lagetoleranzen gefertigt werden. Die hohe Präzision garantiert den fühlbaren Komfort der Antriebe für E-Bikes.

>> Mehr ab Seite 24




# Elektrifizierte Antriebe

Automobilhersteller und Zulieferer stehen bei den Komponenten für Elektromotoren vor neuen Herausforderungen. Wie groß diese sind, zeigt das Beispiel des Gehäuses eines Elektromotors: Im Vergleich zu einem Getriebegehäuse muss dieses innerhalb deutlich engerer Toleranzen gefertigt werden, da die Genauigkeit entscheidenden Einfluss auf den Wirkungsgrad des Motors nimmt.

Zudem ist das E-Motorgehäuse durch den speziellen Aufbau, wie zum Beispiel integrierte Kühlkanäle, meist deutlich dünnwandiger als ein Getriebegehäuse. In einigen dieser Gehäuse sind darüber hinaus Lagerbuchsen aus Stahlwerkstoffen eingepresst. Spezielle Protektionsschilder im Werkzeug sorgen dafür, dass bei der Bearbeitung Stahlspäne nicht in Berührung mit den Aluminiumoberflächen kommen und diese beschädigen.

## Geforderte Maßtoleranzen

 0,02 mm

  $\varnothing$  0,05 mm

 0,05 mm

 0,02 mm

 0,03 mm



## LÖSUNGEN FÜR...

### ... hochproduktive Werkzeuge für die Großserie

MAPAL übernimmt die Projektierung kompletter Werkstücke und implementiert einen sicheren Prozess für die Großserie. Der Kunde kann sich auf seine Kernkompetenz konzentrieren – schnell, flexibel und transparent.

### ... gewichtsoptimierte Werkzeuge für die Serienfertigung mit HSK-A63

Vorhandene Maschinen weiter zu nutzen, spart Zeit und Kosten. Mit dem notwendigen Know-how unterstützt MAPAL seine Kunden bei der prozesssicheren Umrüstung für die Serienfertigung – individuell auf die Bedürfnisse abgestimmt.

### ...flexible und kostengünstige Werkzeuglösungen für die Kleinserie

Justierbare Werkzeuglösungen ermöglichen eine flexible Bearbeitung, was vor allem bei Kleinserien und Prototypen aufgrund veränderlicher Anforderungen relevant ist. MAPAL bietet dafür einfache, flexible und kostengünstige Werkzeuglösungen an – optimal für alle Anforderungen aufgestellt



## Grundlegende Vorgehensweise bei der Bearbeitung von E-Motoregehäusen

Der Bearbeitungsprozess sowie die Werkzeuge werden je nach Aufmaßsituation, Maschinenpark und Aufspannung individuell ausgelegt. So werden die auf das Bauteil wirkenden Schnittkräfte möglichst gering gehalten. Ausschlaggebend für die Auslegung der Werkzeuge ist neben den Anforderungen des Bauteils in den meisten Fällen die Leistung der Bearbeitungsmaschine.

### Die Bearbeitung der Statorbohrung ist in 3 Schritte unterteilt:

Zur Vorbearbeitung ist ein Aufbohrwerkzeug die erste Wahl. Dieses Konzept ermöglicht hohe Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe für schnellen und wirtschaftlichen Materialabtrag.

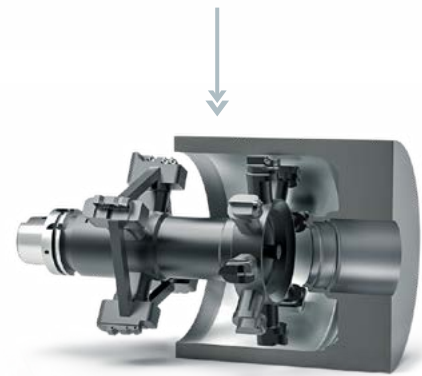
Bei der Semi-Finish-Bearbeitung wird der aufwendige Konturzug des E-Motorgehäuses so vorbereiten, dass in der abschließenden Fertigbearbeitung die komplette Kontur mit Fasen und radialen Übergängen in der geforderten Qualität hergestellt werden kann.

Auf wenige  $\mu\text{m}$  genau wird die Statorbohrung im letzten Schritt mit einem Feinbohrwerkzeug mit feinjustierbaren Schneidplatten und Führungsleisten bearbeitet.

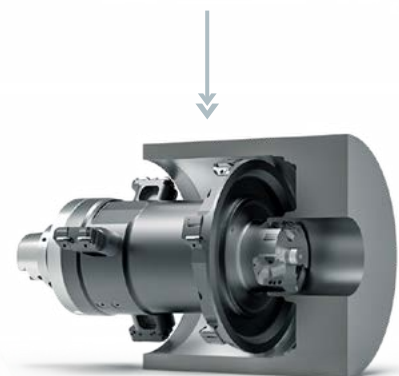
**Im Vergleich zum Ausspindeln können so deutlich kürzere Hauptzeiten realisiert werden (siehe Tabelle unten).**



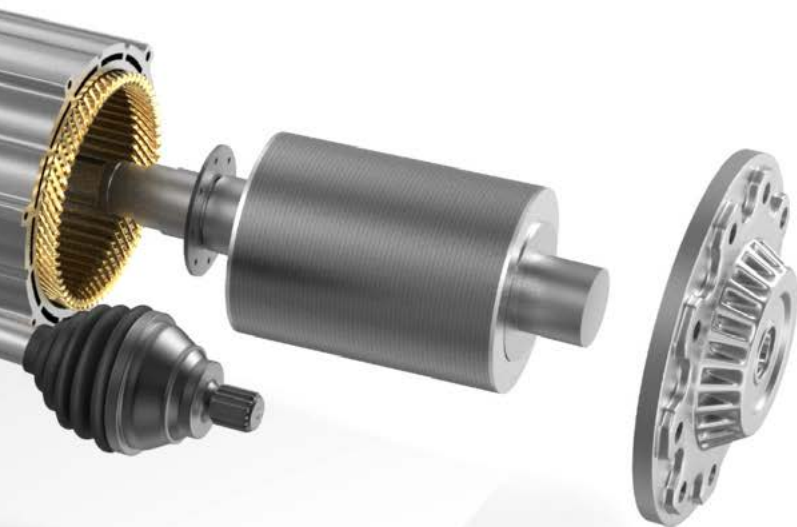
1. Vorbearbeitung



2. Semi-Finish-Bearbeitung



3. Fertigbearbeitung

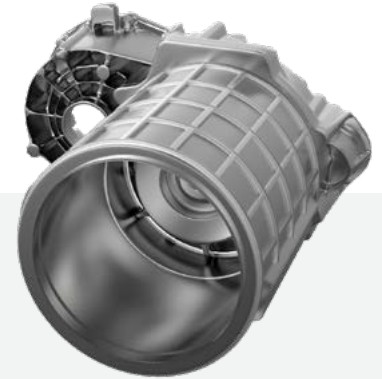


Konzepte	Arbeitsfolge	Z	$\varnothing$ [mm]	n [1/mm]	$f_z$ [mm/Z]	$v_f$ [mm/min]	$a_p$ [mm]	$t_H$ [mm]	Vergleich der Hauptzeiten
Ausspindeln	Schruppen	1	219,0	600	0,2	120	1,7	1,67	5 min
	Schlichten	1	220,0	600	0,1	60	0,5	3,33	
Auf- und Feinbohren	Aufbohren	4	215,7	1476	0,2	1180	max. 7,0	0,17	0,48 min
	Semi-Finish	8	219,7	1083	0,3	2600	2,0	0,08	
	Finish	4	220,0	1083	0,2	866	0,15	0,23	

Am konkreten Beispiel eines Bauteils ermittelte Werte zum Vergleich der Bearbeitungsmöglichkeiten

# Zerspanungsanforderungen & Merkmale verschiedener Gehäusearten

## Hochintegrierte E-Motorengehäuse



### Beschreibung:

Hochintegrierte, komplexe Gehäuse mit Statoraufnahme, Getriebeaufnahme und Anschluss für die Leistungselektronik. Hohe Funktionsintegration spart Montagekosten. Kompakte Bauweise. Dadurch komplexes Gussgehäuse.

### MERKMALE

- Stator direkt im Gehäuse oder über Statorträger / Kühlmantel aufgenommen
- Statorbohrung mit Stufen und Planflächen als Funktionsflächen
- Eine Lagerbohrung des Rotors koaxial zur Statorbohrung im Gehäuse integriert
- Positionierung des zweiten Lagerdeckels über Passstifte oder Passungsflächen; zweite Lagerbohrung muss koaxial sein
- Lagerbohrungen von Getriebestufen im Gehäuse integriert; hohe Konzentrität und Positionsgenauigkeit gefordert
- Kühlkanäle teilweise im Gehäuse integriert
- Komplexes Aluminiumgussgehäuse

### ZERSPANUNGSANFORDERUNGEN

- Aufwendige Konturzüge mit mehreren Durchmesserstufen (→ hohe Schnittkräfte und großes Zerspanvolumen)
- Mischbearbeitung (→ Spantrennung / -abfuhr)
- Unterbrochene Schnitte (→ Kontaktierung, Kühlkreislauf)
- 15°-30° flache Einführfasen (→ Fließspanbildung und hohe Radialkräfte)

## Topfförmige E-Motorengehäuse



### Beschreibung:

Zur Reduzierung der Komplexität, insbesondere um einen einfacheren Aufbau des Kühlmantels zu realisieren werden topf- oder glockenförmige Gehäuse oder Statorträger eingesetzt.

### MERKMALE

- Als Zwischengehäuse zur Integration in Gesamtsystem
- Statorbohrung mit Stufen und Planflächen als Funktionsflächen
- Eine Lagerbohrung des Rotors koaxial zu Statorbohrung im Gehäuse integriert
- Positionierung über Passungsflächen an der Außenfläche
- Kühlkanäle als Rippen auf Außenseite
- Dünnwandig, vibrationsanfällig
- Spannung problematisch

### ZERSPANUNGSANFORDERUNGEN

- Extrem dünnwandige Bauteile (→  $a_p$  entspricht Wandstärke)
- Äußere Kühlrippen müssen bearbeitet werden
- Topf- bzw. Glockenform (→ begünstigt Schwingungen, spezielle Spannkonzepte und Schwingungsdämpfer)
- 15°-30° flache Einführfasen (→ Fließspanbildung und hohe Radialkräfte)

## Rohrförmige E-Motoregehäuse

### Beschreibung:

Die einfachste Bauform von Motoregehäusen ist rohrförmig. Die Länge des Gehäuses und damit der elektrischen Maschine kann vergleichsweise einfach variiert werden für unterschiedliche Leistungen. Dafür erhöht sich der Montageaufwand durch geringe Funktionsintegration.



### MERKMALE

- Keine Lagerbohrungen des Rotors im Gehäuse integriert
- Zwei Lagerdeckel zur Aufnahme des Rotors
- Positionierung der zwei Lagerdeckel über Passungsflächen für Koaxialität der Lagerstellen
- Geringere Komplexität
- Praktisch rotationssymmetrisch
- Dünnwandig, vibrationsanfällig
- Spannung problematisch

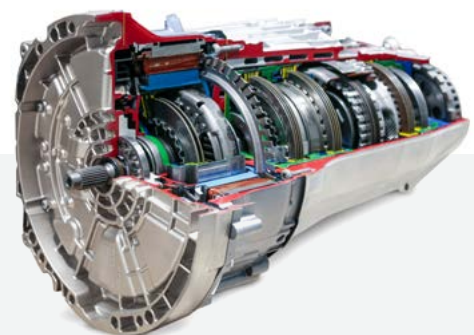
### ZERSPANUNGSANFORDERUNGEN

- Stabilere Bauteile meist mit innenliegender Kühlstruktur
- Auch Strangpressprofile möglich (AlSi1 → Fließspäne)
- Ohne Spannlaschen (→ spezielle Spannkonzepete)
- Teilweise mit beidseitigen Passungen in IT6-Toleranz

## Hybridgetriebegehäuse und Hybridmodul-/Zwischengehäuse

### Beschreibung:

Integration der elektrischen Maschine in bestehende Getriebearchitektur durch scheibenförmige Hybridmodule bzw. Zwischengehäuse. Auch bauraumneutrale Aufbauten werden mit teilweise topfförmigen Gehäusen als Einschubteil realisiert.



### MERKMALE

#### Hybridmodul-/Zwischengehäuse

- Hauptsächlich Aufnahme des Stators
- Bei Scheibenform keine Rotorlagerung
- Bei Topfform eine Rotorlagerung integriert

#### Hybridgetriebegehäuse

- Extreme Längen-Durchmesser-Verhältnisse
- Dünnwandig, vibrationsanfällig
- Aufwendige Konturzüge
- Unterbrochener Schnitt

### ZERSPANUNGSANFORDERUNGEN

#### Hybridgetriebegehäuse

- IT6-Toleranz
- Hohe Anforderungen an Koaxialität und Stufenmaße
- Eingeschränktes Maximalgewicht und Kippmoment

# Lösungen für E-Motorengehäuse

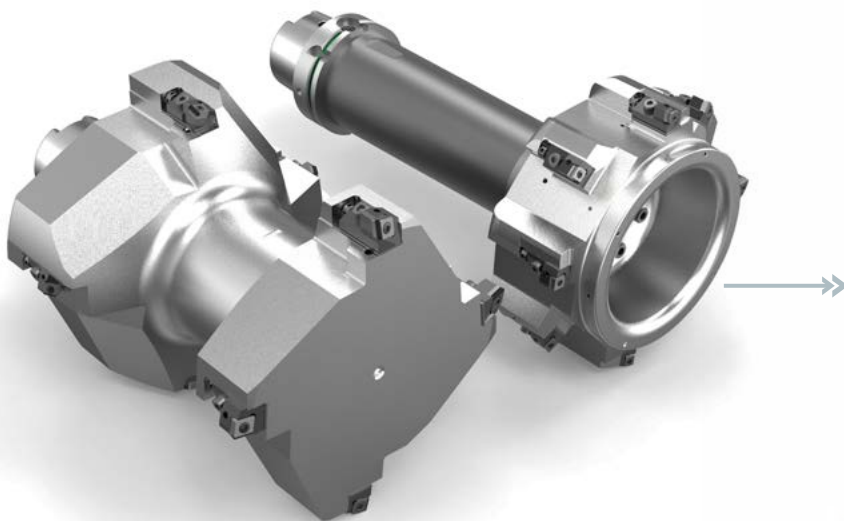
## Serienlösung mit HSK-100

### Hochproduktiv für große Durchmesser

- Dreistufiger Prozess (Vor-, Semi-Finish- und Fertigbearbeitung)
- Große Bearbeitungsdurchmesser > 220 mm
- Höchste Performance und Präzision
- Idealer Prozess für hohe Stückzahlen und kurze Taktzeiten

#### 1. Vorbearbeitung

Effizientes Schrappen mit hohen Schnitttiefen

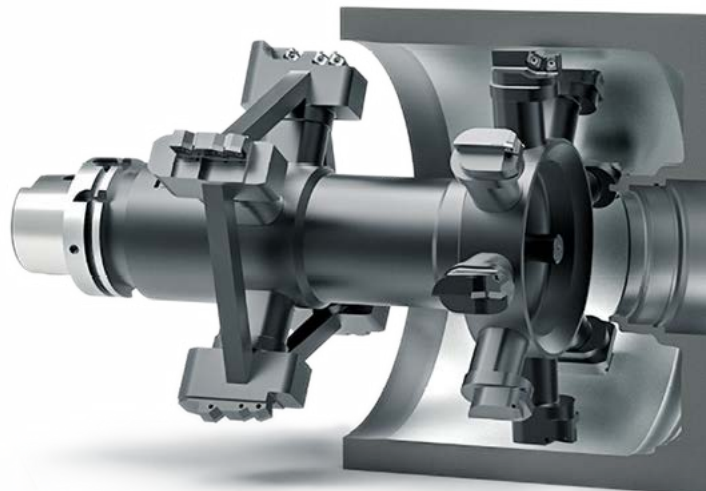


#### ISO-AUFBOHRWERKZEUG IN ALUMINIUMBAUWEISE

- $\varnothing$  250 / 258 mm
- PKD-bestückte Schneidplatten
- ISO-Kurzklemmhalter
- Ein- oder mehrstufig ausgeführt
- Gewicht: max. 21 kg

#### 2. Semi-Finish-Bearbeitung

Konturgebend zur Annäherung an Endkontur

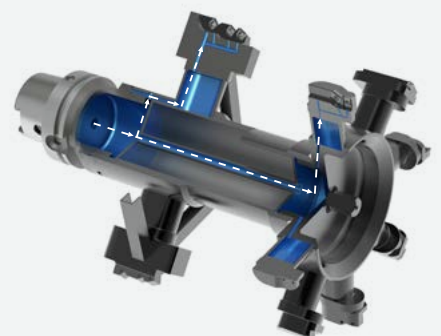
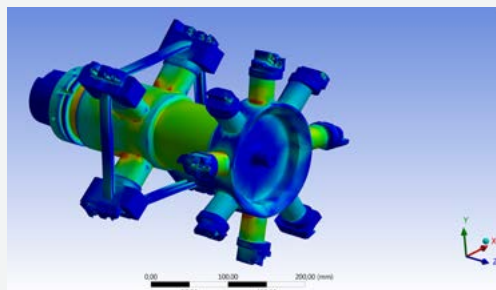


#### PRÄZISIONS- AUFBOHRWERKZEUG

- $\varnothing$  272 / 278 mm
- PKD-bestückte Schneidplatten
- Ausführung als Schweißkonstruktion oder mit Grundkörper aus Aluminium
- Gewicht: max. 17,3 kg

#### Individuelle Werkzeugauslegung für die spezifischen Anforderungen

- Simulation der Zerspankraftkomponenten
- Gewichts- und Kippmomentberechnung
- FEM-Berechnung der Eigenfrequenzen des Systems und der Nachgiebigkeit unter Axialkraft- / Torsionsbelastung
- Berechnung der Kühlmittelverteilung und der Volumenströme



ZUM PATENT ANGEMELDET



### 3.1 Fertigbearbeitung

#### Innovationen für höchste Präzision

##### FEINBOHRWERKZEUG IN LEICHTBAUWEISE AUS STAHL MIT PROTEKTIONSSCHILD FÜR MISCHBEARBEITUNG DER LAGERBOHRUNG

- $\varnothing$  70 / 156 / 250 / 260 mm
- PKD-bestückte Schneidplatten für Alugehäuse
- $A = 362 \text{ mm}$  |  $z = 2+4$
- Cermet Schneidplatten für die Bearbeitung von Lagerbuchsen aus Stahl
- Feinjustierbar und temperaturstabil
- Führungsleistentechnologie
- Gewicht: max. 21 kg

#### Im Detail:

Mithilfe einer speziellen Spanleitstufe, der entsprechenden Kühlmittelführung sowie geöffneter Spanräume werden die Stahlspäne prozesssicher nach vorne abgeführt. Die Aluminiumspäne hingegen werden durch eine eigens ausgelegte Rückspülung nach hinten abgeführt. Um darüber hinaus sicherzustellen, dass keine Stahlspäne in den Aluminiumbereich gelangen, ist das Werkzeug mit einem sogenannten Protektionsschild ausgestattet, das die Stahlspäne garantiert im vorderen Bereich hält.

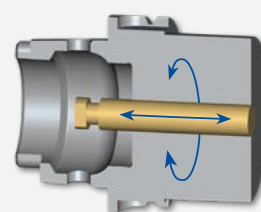
### 3.2 Fertigbearbeitung

#### Flexible Bearbeitung der Innenkontur

##### AUSSTEUERWERKZEUG FÜR U-ACHS-SYSTEME

- $\varnothing$  80 / 220 mm
- Geeignet zur Bearbeitung von Gehäusevarianten
- Zur Kompensation von Schneidverschleiß
- Gewicht: max. 23 kg

#### Im Detail:



##### U-ACHSE (Rotatorisch / Translatorisch)

Die beweglichen Schieber werden über die U-Achse (Zug- oder Drehstange) der Bearbeitungsmaschine bewegt und über die Steuerung der Maschine gesteuert und über die NC-Steuerung der Maschine eingestellt. Hierbei handelt es sich um eine vollständig eingebundene NC-Achse, welche zur Konturbearbeitung genutzt werden kann.

# Lösungen für E-Motorengehäuse

## Serienlösung mit HSK-63

### Für mittlere und kleine Durchmesser

- Besonders leichte Werkzeuge erforderlich
- Durchmesser der Statorbohrung < 220 mm empfohlen
- Werkzeuge angepasst an geringeres Leistungs- und Platzangebot
- Auch für Umrüstung von bestehenden Maschinen und Anlagen geeignet

#### 1. Vorbearbeitung

Flexibel für unterschiedliche Durchmesser



#### HELIXFRÄSER MIT ISO-WENDESCHNEIDPLATTEN

- Beschichtete ISO-Wendeschneidplatten aus Hartmetall oder PKD-bestückte Schneidplatten
- Reduzierte Schnittkräfte
- Standardprodukt
- HSK-Verlängerung für verschiedene Bearbeitungstiefen

#### 2. Semi-Finish-Bearbeitung

Konturgebend zur Annäherung an Endkontur

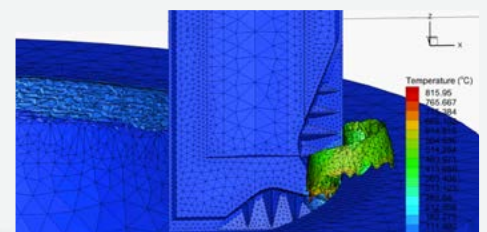
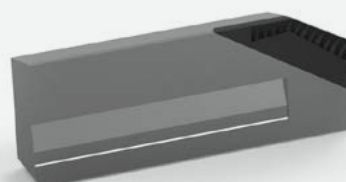


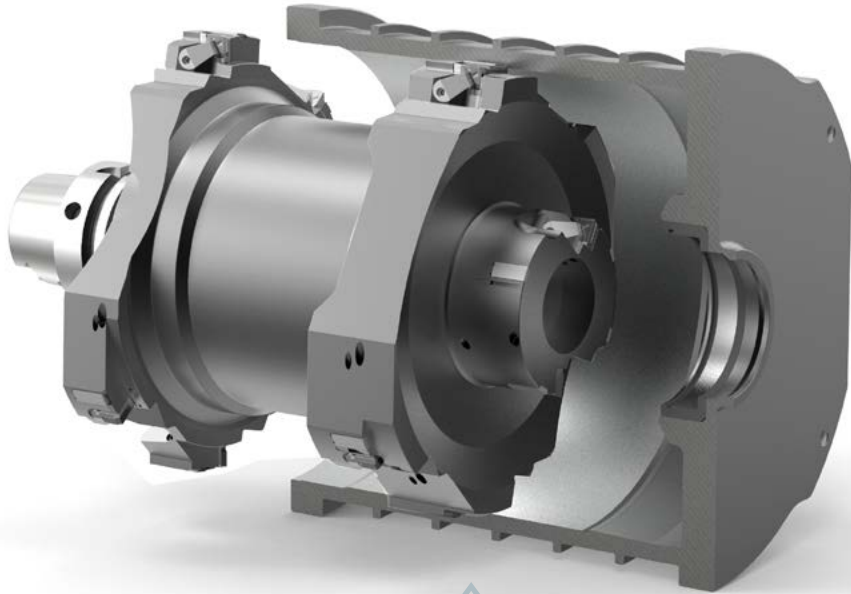
#### PRÄZISIONS-AUFBOHRWERKZEUG

- $\varnothing$  182 / 185 mm
- ISO-Kurzklemmhalter
- PKD-bestückte ISO-Schneidplatten
- Grundkörper aus Aluminium
- Gewicht: max. 9,5 kg

### Prozesssicherheit durch Spankontrolle – Spanleitstufen für die Feinbearbeitung von AlSi-Legierungen

Um einen definierten Spanbruch beim Aufbohren und Reiben mit PKD von niedrig-siliziumhaltigem Aluminium zu gewährleisten, hat MAPAL einen neuen Spanbrecher entwickelt. Seine spezielle Topologie, die mithilfe von 3D-Simulationen entwickelt wurde, sorgt für einen definierten Spanbruch und dadurch für kurze Späne. Auch bei geringem Vorschub und niedrigem Aufmaß wird ein definierter Spanbruch und eine definierte Spanform gewährleistet. Damit sind höchste Leistungsfähigkeit und Prozesssicherheit garantiert.





### 3.1 Fertigbearbeitung

#### FEINBOHRWERKZEUG IN LEICHTBAUWEISE AUS STAHL

- $\varnothing$  70 / 176 / 185 mm
- PKD-bestückte Schneidplatten
- A = 198 mm | z = 2+4+2
- Cermet Schneidplatten für die Bearbeitung von Lagerbuchsen aus Stahl
- Feinjustierbar und temperaturstabil
- Führungsleistentechnologie mit EA-System
- Gewicht: max. 11,5 kg



### 3.2 Fertigbearbeitung

#### FEINBOHRWERKZEUG IN STAHLBAUWEISE ULTRALEICHT

- $\varnothing$  219 / 222 / 225 mm
- PKD-bestückte Schneidplatten
- A = 257 mm | z = 2+4+2
- Feinjustierbar und temperaturstabil
- Führungsleistentechnologie
- Gewicht: max. 8,5 kg



# Lösungen für E-Motorengehäuse

## Prototypenbau, Vorserie und Kleinserie Einfache, flexible und kostengünstige Werkzeuglösungen

- Bearbeitung auf vorhandenen Maschinen
- Standardwerkzeuge oder einfache Sonderwerkzeuge
- Kompromisslösungen → kleine Maschine – großes Werkzeug
- Taktzeit liegt nicht im Fokus
- Hohe Flexibilität erwünscht
- Universell einsetzbar
- Konturunabhängig

### 1. Vorbearbeitung

Flexibel für unterschiedliche Durchmesser

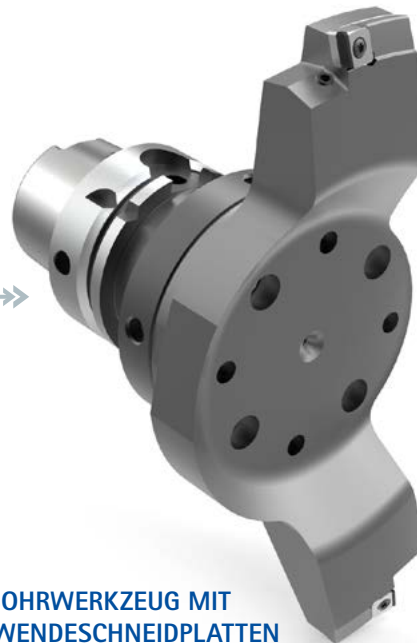


#### HELIXFRÄSER MIT ISO-WENDESCHNEIDPLATTEN

- Beschichtete ISO-Wendeschneidplatten aus Hartmetall oder PKD-bestückte Schneidplatten
- Reduzierte Schnittkräfte
- Standardprodukt
- HSK-Verlängerung für verschiedene Bearbeitungstiefen

### 2. Semi-Finish-Bearbeitung

Konturgebend zur Annäherung an Endkontur



#### AUFBOHRWERKZEUG MIT ISO-WENDESCHNEIDPLATTEN

- $\varnothing$  210 mm
- Werkzeugform auf Magazinwechsler angepasst
- Beschichtete ISO-Wendeschneidplatten aus Hartmetall oder PKD-bestückte Schneidplatten
- Gewicht: max. 3,5 kg

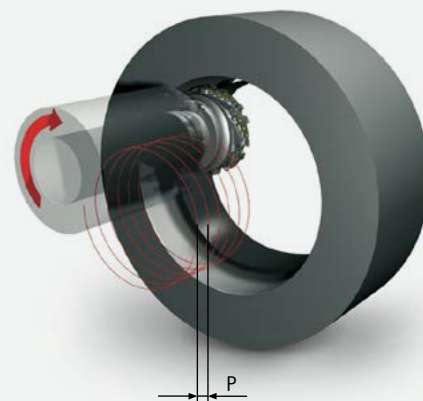
### Helixfräsen – Spiralförmiges Schrägeintauchen

Das spiralförmige Schrägeintauchen ist eine Alternative zum Aufbohren. Dabei wird eine kreisende Bewegung mit gleichzeitigem axialem Vorschub durchgeführt. Aufgrund des größeren Bearbeitungswegs ist die Bearbeitungszeit im Vergleich zum Aufbohren länger. Dafür sind die auftretenden Schnittkräfte deutlich geringer, wodurch die Bearbeitung der Statorbohrung auch auf Maschinen mit geringem Drehmoment

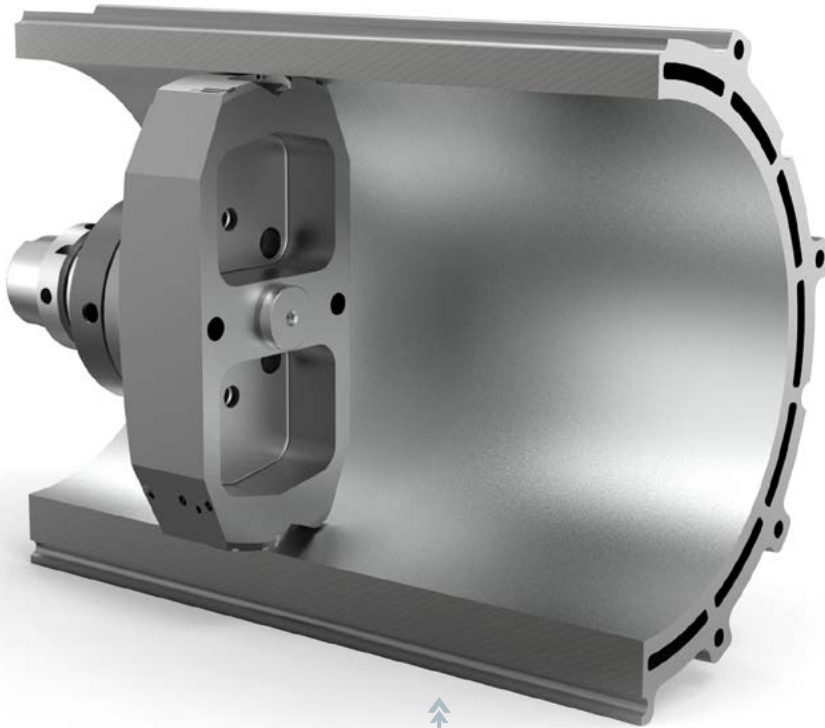
und niedriger Leistung möglich ist. Zudem ermöglicht der Einsatz eines Helixfräasers die Vorbearbeitung mit unterschiedlichen Durchmessern.

#### Steigung (P):

Die Steigung (P) entspricht der axialen Zustellung pro Umdrehung. Diese ist abhängig von Werkstück, Werkzeuglänge, Werkstoff und Maschine.







### 3. Fertigbearbeitung

Mit einfachen Sonderwerkzeugen

#### FEINBOHRWERKZEUG MIT FÜHRUNGSLEISTEN

- $\varnothing$  210 mm
- PKD-bestückte Schneidplatten
- Feinjustierbar
- Führungsleisten aus PKD
- Werkzeugform auf Magazinwechsler angepasst
- Gewicht: max. 5,5 kg

### Vor- und Fertigbearbeitung

Alternativ mit Standardwerkzeugen

#### MODULBORE – HOHE FLEXIBILITÄT BEIM AUFBOHREN UND FEINBOHREN

- System zum Vor- und Fertigbearbeiten
- Modularer Aufbau
- Standardprogramm ab  $\varnothing$  87 mm – 1000 mm
- Feinbohrkurzklemmhalter im  $\mu\text{m}$ -Bereich justierbar
- Einfaches Handling

Aufbohrköpfe mit Brückenmodul  
und ISO-Kurzklemmhalter



Feinbohrköpfe mit Brückenmodul  
und Feinbohr-Kurzklemmhalter

#### Im Detail:

Feinbohrköpfe mit Brückenmodul und Feinbohr-Kurzklemmhalter ermöglichen hohe Flexibilität in der Kleinserie. Auf den Brückenmodulen sitzen Schlitten, die mit justierbaren Feinbohr-Kurzklemmhaltern bestückt sind. Ein gegenüberliegender Schlitten dient dem Unwuchtausgleich.

# Lösungen für E-Motorengehäuse

## Lager- und Positionsbohrungen

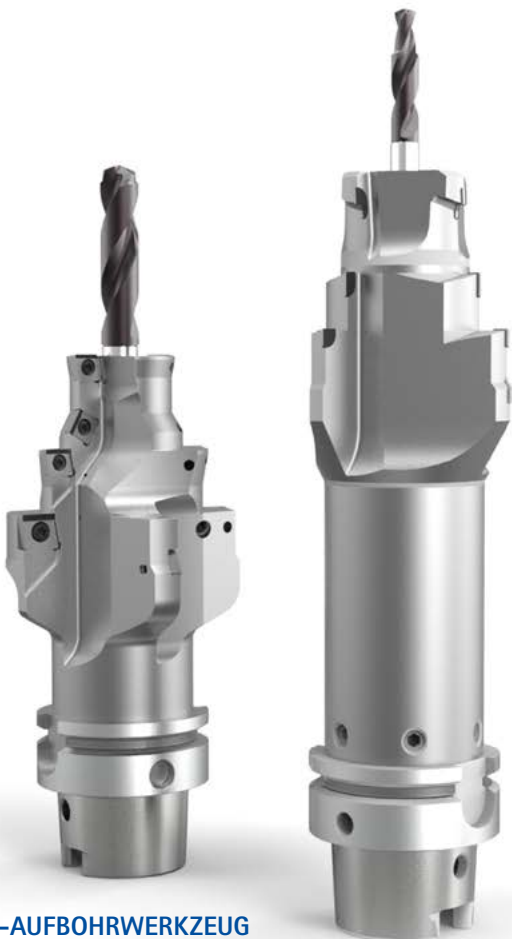
### Mit höchster Konzentrizität und Rundheit

Entscheidend für Funktionsweise und Wirkungsgrad des Elektromotors ist ein gleichbleibender Luftspalt zwischen Rotor und Stator. Hierfür ist neben der Koaxialität von Lager- und Statorbohrung die Rundheit und Zylinderform des Lagersitzes entscheidend. Um die hohen Anforderungen an die Koaxialität zu erfüllen ist die Bearbeitung des Lagersitzes in einer Aufspannung von Vorteil (Rückzugsbearbeitung). Bei der Ausführung als rohr- oder topfförmiges Gehäuse befindet sich mindestens eine Lagerstelle in einem separaten Lagerdeckel, der über Positionsbohrungen oder Passungsflächen am E-Motorengehäuse positioniert wird.



### 1. Vorbearbeitung

#### Aufbohren von Lager- und Positionsbohrungen



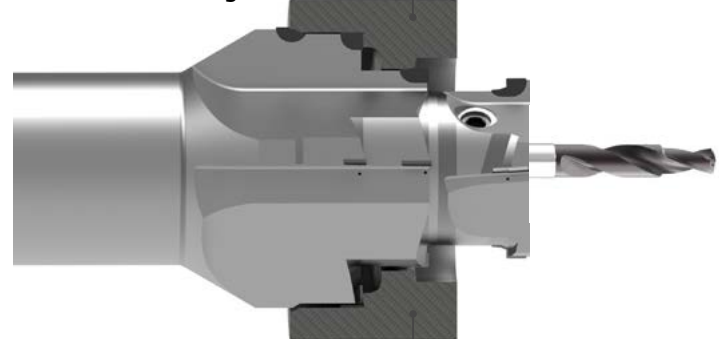
#### ISO-AUFBOHRWERKZEUG

- Mehrstufiges Aufbohrwerkzeug mit VHM-Stufenbohrer
- PKD-bestückte ISO-Schneidplatten

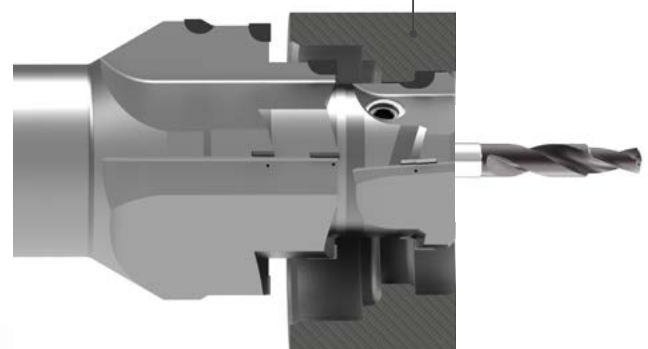
#### PKD-BOHRFRÄSWERKZEUG

- Mehrstufiges Bohrfräswerkzeug mit VHM-Stufenbohrer
- Aufbohren und Zirkularfräsen mit einem Werkzeug
- Gelötete PKD-Schneiden

#### Aufbohrbearbeitung



#### Zirkularfräsen



## 2. Fertigbearbeitung

### MEHRSTUFIGER ISO-ZIRKULARFRÄSER MIT INTEGRIERTER AUFBOHRSTUFE

- Aufbohren der Lagerbohrung
- Fertigbearbeitung Planflächen und radialer Einstich



### FEINBOHRWERKZEUG MIT WP-SYSTEM

- PKD-bestückte Schneidplatten
- Einstellbar
- Führungsleisten
- Integrierte Rückzugsbearbeitung



### PRÄZISIONS-AUFBOHRWERKZEUG

- Mehrstufiges Kombinationswerkzeug mit eingelötetem Stufenbohrer
- Fertigbearbeitung von Lager- und Positionsbohrung
- Gelötete PKD-Schneiden



### FEINBOHRWERKZEUG MIT WP-SYSTEM

- PKD-bestückte Schneidplatten
- Einstellbar
- Führungsleisten
- Integrierte Rückzugsbearbeitung

### Dicht- und Anlageflächen



### PLANFRÄSER MIT PKD-FRÄSEINSÄTZEN

- Erzeugung definierter Oberflächenprofile für Dicht- und Anlageflächen (z.B. Kreuzschnittstrukturen)
- Oberflächengüte  $R_z < 1$



### MONOLITHISCHER PLANFRÄSER MIT PKD-FRÄSEINSÄTZEN

- Lange Auskragungen ermöglichen die Bearbeitung schwer zugänglicher Stellen

### Außenbearbeitung Lagerbohrung



### AUSSENREIBAHLE MIT EA-SYSTEM

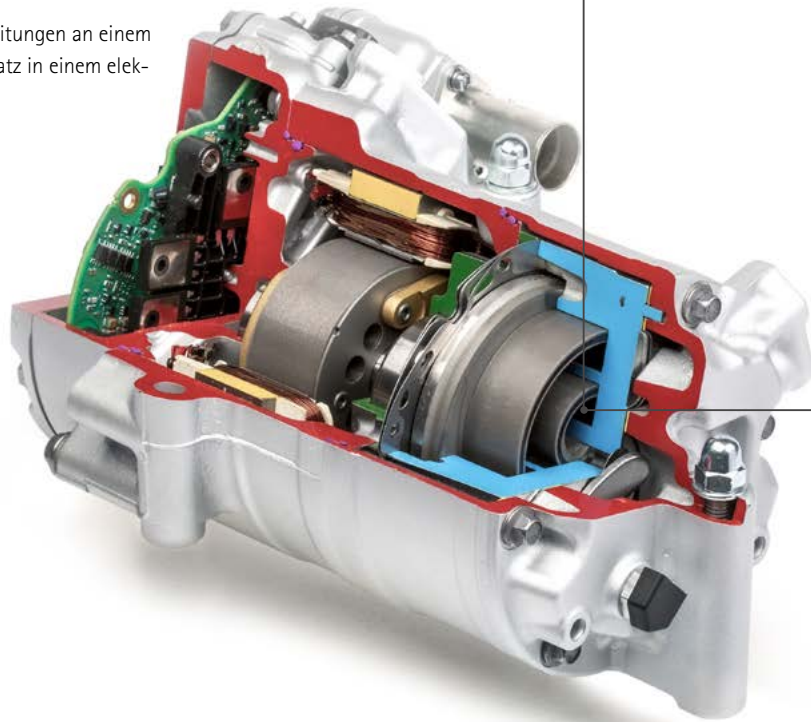
- Außenbearbeitung Lagerbohrung

# Elektrische Nebenaggregate

Als Folge der Elektrifizierung in der Automobilindustrie werden auch im Antrieb von Verbrennungsmotoren immer mehr Aufgaben durch elektrifizierte Komponenten übernommen. Durch die Elektrifizierung der Nebenaggregate können diese Komponenten bedarfsgerecht und lastabhängig eingesetzt werden und so zu reduziertem Energieverbrauch beitragen. Sie zeichnen sich durch hohe Zuverlässigkeit und niedrige Schallemissionen sowie hervorragende Energieeffizienz aus.

Ein Beispiel hierfür ist der Scrollverdichter, der als elektrischer Kältemittelverdichter im Thermomanagement zum Einsatz kommt.

Exemplarisch werden drei spezifische Bearbeitungen an einem Scrollverdichter aus Aluminium für den Einsatz in einem elektrifizierten Fahrzeug vorgestellt.



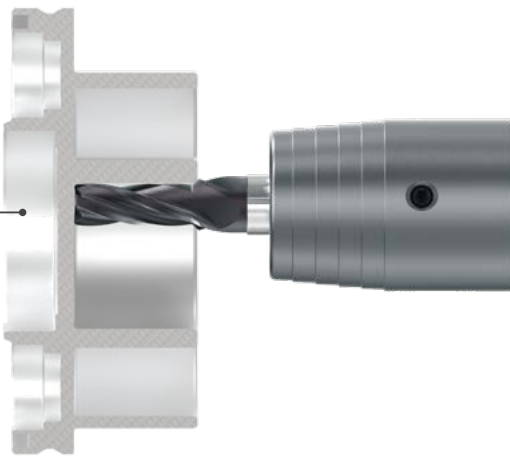
## MERKMALE

- Kernstücke Orbit und Fixed Scroll
- Genauigkeit von Geometrie und Aufnahme entscheidend
- Exakte Positionierung der Spiralen zueinander

## ZERSPANUNGSANFORDERUNGEN

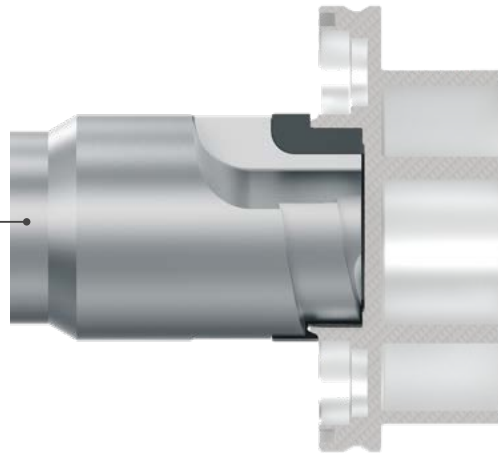
- Hohe Formgenauigkeit der Spiralen ( $\leq 20 \mu\text{m}$ )
- Hohe Rechtwinkligkeit der Flanken zur Grundfläche ( $\leq 20 \mu\text{m}$ )
- Parallelität und Ebenheit von  $\leq 10 \mu\text{m}$
- Oberflächenrauheit ( $R_z$ ) im einstelligen Bereich
- Perfektes Zusammenspiel von Maschine und Werkzeug





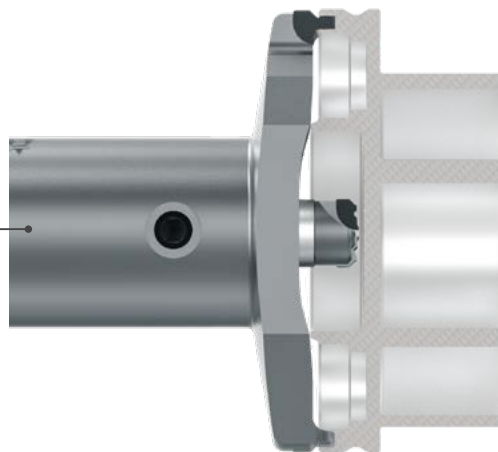
### 1 HOCHGENAUE SPIRALFORMEN

- Vor- und Fertigbearbeitung mit VHM-Fräsern
- Extrem scharfe Schneiden gewährleisten hohe Maßhaltigkeit



### 2 EXAKTE LAGERBOHRUNG

- Vorbearbeitung durch Zirkularfräsen mit dreischneidigen PKD-Fräsern
- Fertigbearbeitung mit zweischneidigem PKD-Aufbohrwerkzeug mit zwei Stufen und Schnittaufteilung zur Reduzierung der Schnittkräfte



### 3 EINSTICHE FÜR DICHTUNGSELEMENTE

- Vor- und Fertigbearbeitung der Einstiche mit zweischneidigen PKD-Aufbohrwerkzeugen
- Kombinationswerkzeug ermöglicht zusätzlich die Bearbeitung der Anschlussbohrungen
- Schnittaufteilung reduziert Schnittkräfte und sorgt für optimale Spanbildung



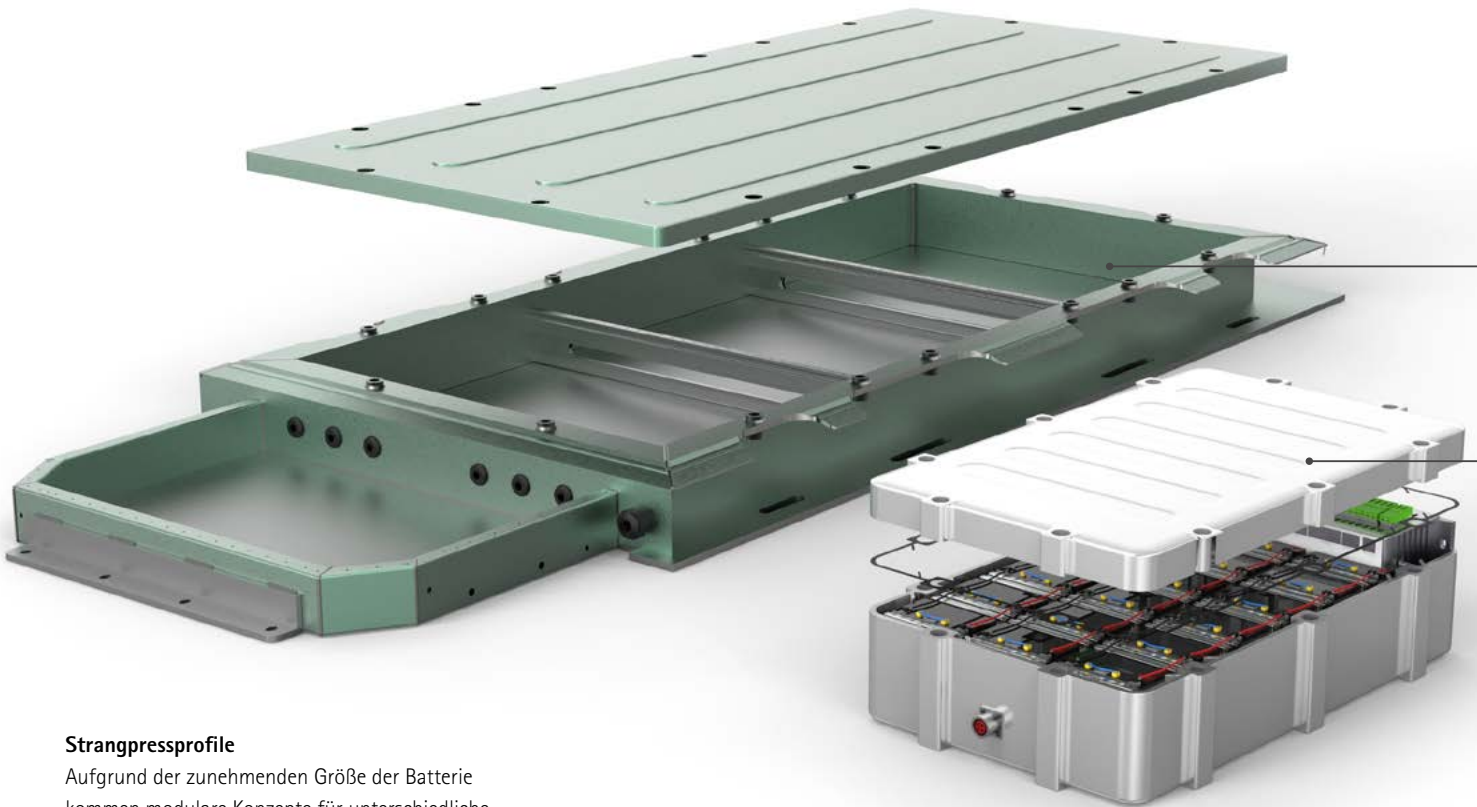
MAPAL bietet den kompletten Prozess zur Bearbeitung von Scrollverdichtern aus einer Hand.

# Gehäuse für Energieversorgung

Für den Schutz elektronischer Bauteile, wie beispielsweise Batteriesystem oder Leistungselektronik, vor äußeren Umwelteinflüssen und zur Fixierung der Komponenten im Innenraum, um deren störungsfreie Funktion während des Fahrzeugbetriebes zu gewährleisten, werden unterschiedliche Gehäuse eingesetzt. Die Anforderungen an die Gehäuse sind abhängig vom elektronischen System und Antriebskonzept. Aktuell kommen unterschiedliche Werkstoffe und Fertigungsverfahren zum Einsatz.

## MERKMALE

- Labile, dünnwandige Bauteile (vibrationsanfällig)
- Aufbau als gegossene Wanne oder als Rahmenkonstruktion aus Hohlprofilen
- Teilweise niedrig-siliziumhaltiges Aluminium
- Großflächig (2 x 3 m)
- Hauptsächlich Bohr- und Fräsoperationen und Gewinden
- Genauigkeits- und Oberflächenanforderungen bei Kabeldurchführungen und Kühlan schlüssen



## Strangpressprofile

Aufgrund der zunehmenden Größe der Batterie kommen modulare Konzepte für unterschiedliche Leistungsklassen und Reichweiten zum Einsatz. Hierzu werden Extrusionsprofile aus Aluminium zu einem Gehäuse verschweißt.

### ZERSPANUNGSANFORDERUNGEN

- Dünnes Material mit mehreren Lagen
- **Bohren:** Vibrationen und Gratbildung. Ringbildung am Werkzeug  
→ Helixfräsen / Orbitalbohren verhindert Gratbildung und Ringe
- **Fräsen:** Dünnes Material neigt zum Aufschwimmen  
→ Weniger Vibrationen durch optimierte Schneidengeometrie

## Druckgussgehäuse

Für die Unterbringung der Leistungselektronik oder kleinere Batteriesysteme für Hybridfahrzeuge werden meist Druckgussgehäuse aus Aluminium verwendet. Die komplexen Gehäusestrukturen werden mit integrierten Kühlkanälen ausgeführt.

### ZERSPANUNGSANFORDERUNGEN

- Fräsen von Dichtflächen (teilweise spezielle Oberflächenanforderungen)
- Bohren von Kernlöchern (> 50 Bohrungen pro Bauteil)
- Fräsen von Aufnahme flächen für Elektronik und Batteriezellen bei langer Werkzeugauskragung



1.1

1.2

1.3

2

### OptiMill-SPM

Standardprogramm zur Bearbeitung von Strukturbauteilen aus Aluminium

- Hoch positive Schneidengeometrie
- Reduzierte Schnittkräfte
- Vibrationsarmer Schnitt

#### 1.1 OptiMill-SPM-Rough

- Vibrationsarmes Schruppen mit großer Schnitttiefe

#### 1.2 OptiMill-SPM

- Ideal zur Herstellung von Durchbrüchen oder Taschen
- Ausführung aus Vollhartmetall oder mit gelöteten PKD-Schneiden

#### 1.3 OptiMill-SPM-Finish

- Schichten von großen Tiefen in einem Zug
- Starke Performance bei hohen Umschlingungen

### 2 TRITAN-DRILL-ALU

- Herstellung von Kernlochbohrungen
- Drei Schneiden für höchste Vorschübe
- Höchste Positioniergenauigkeit durch selbstzentrierende Querschneide



3

4

5

6

### 3 PKD-FRÄSER MIT WECHSELSEITIG ANGEORDNETEN SCHNEIDEN

- Geringe Schnittkräfte über die gesamte Bearbeitungstiefe

### 4 SPIRALISIERTER PKD-FRÄSER

- Schichten von dünnwandigen Strukturen

### 5 PKD-HELIXFRÄSER

- Besäumen mit großer Schnitttiefe

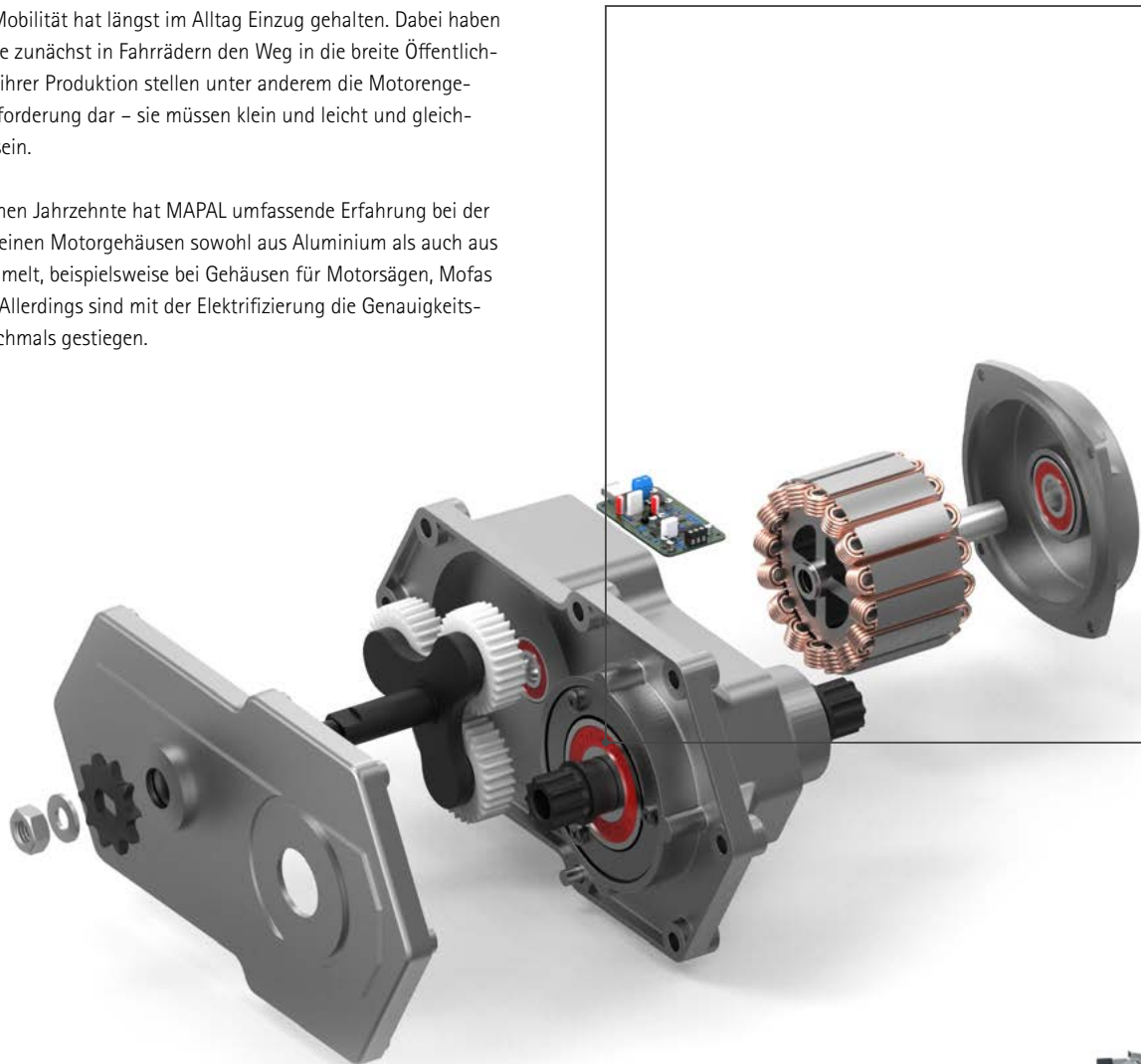
### 6 PKD-PLANFRÄSER

- Planfräsen mit Schnitttiefen von bis zu 10 mm
- Erzeugung definierter Oberflächenprofile für Dicht- und Anlageflächen

# Kleine Motorengehäuse am Beispiel eines E-Bike Antriebes

Die elektrifizierte Mobilität hat längst im Alltag Einzug gehalten. Dabei haben elektrische Antriebe zunächst in Fahrrädern den Weg in die breite Öffentlichkeit gefunden. Bei ihrer Produktion stellen unter anderem die Motorengehäuse eine Herausforderung dar – sie müssen klein und leicht und gleichzeitig hochgenau sein.

Über die vergangenen Jahrzehnte hat MAPAL umfassende Erfahrung bei der Zerspaltung von kleinen Motorgehäusen sowohl aus Aluminium als auch aus Magnesium gesammelt, beispielsweise bei Gehäusen für Motorsägen, Mofas oder Rasenmäher. Allerdings sind mit der Elektrifizierung die Genauigkeitsanforderungen nochmals gestiegen.



## MERKMALE

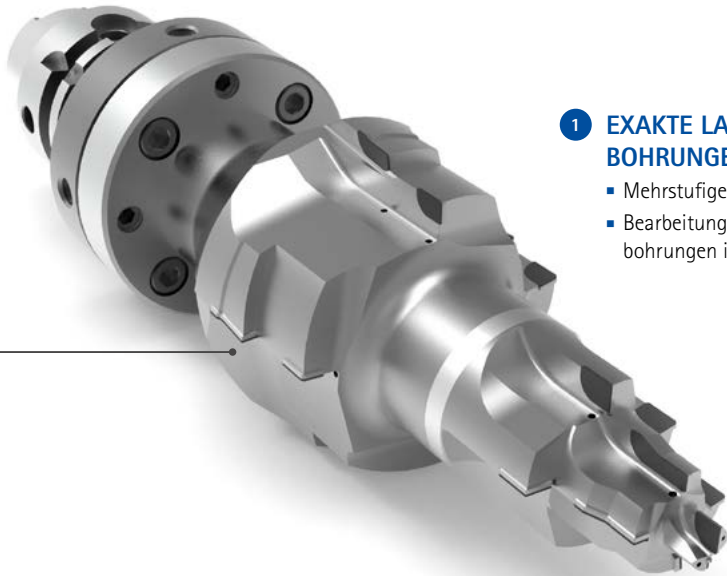
- Zweiteilig oder dreiteilig (Gehäuse und Deckel)
- Druckgussgehäuse aus Aluminium oder Magnesium
- Labile, dünnwandige Bauteile (vibrationsanfällig)
- Mehrstufige Konturzüge
- Hohe geometrische und maßliche Anforderungen (Form, Lauf- und Lagetoleranzen)

## ZERSPANUNGSANFORDERUNGEN

- Rundheit  $< 0,01 \text{ mm}$
- Durchmesser tolerance IT7
- Gemittelte Rautiefe  $R_z < 10 \text{ }\mu\text{m}$

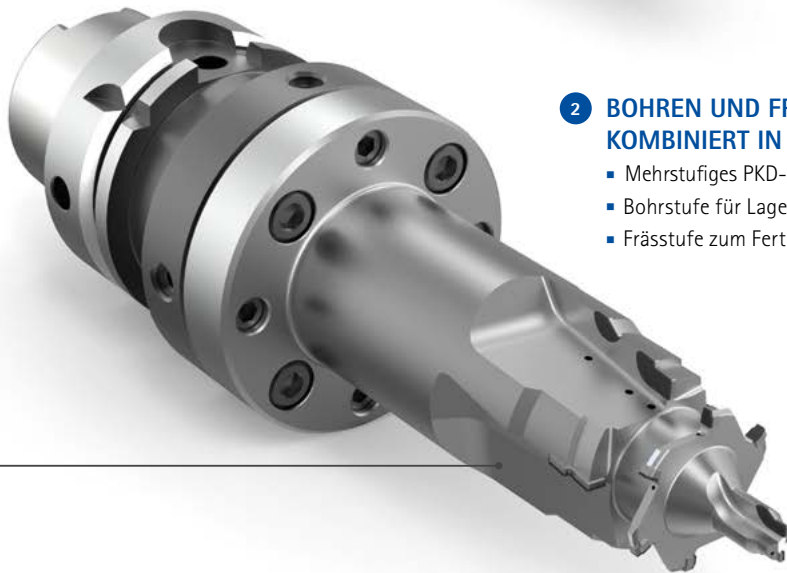






### 1 EXAKTE LAGER- UND POSITIONS-BOHRUNGEN IN EINEM SCHUSS

- Mehrstufiges PKD-Kombinationswerkzeug
- Bearbeitung von Lager- und Positionsbohrungen in einem Schuss



### 2 BOHREN UND FRÄSEN KOMBINIERT IN EINEM WERKZEUG

- Mehrstufiges PKD-Bohrfräswerkzeug
- Bohrstufe für Lager- und Positionsbohrungen
- Frässtufe zum Fertigen von Dichtnuten

#### MAPAL bietet ein Rundpaket für die Zerspaltung von kleinen Gehäusen aus Aluminium oder Magnesium.

In erster Linie eignen sich PKD- und Vollhartmetallwerkzeuge bestens für die Zerspaltung der beiden Werkstoffe. Je nach Anforderungen und Komplexität legt MAPAL das passende Konzept aus, inklusive aller Werkzeuge und Spannfutter. Kombinationswerkzeuge, die jeweils mehrere Arbeitsschritte abdecken, machen den Prozess besonders wirtschaftlich.

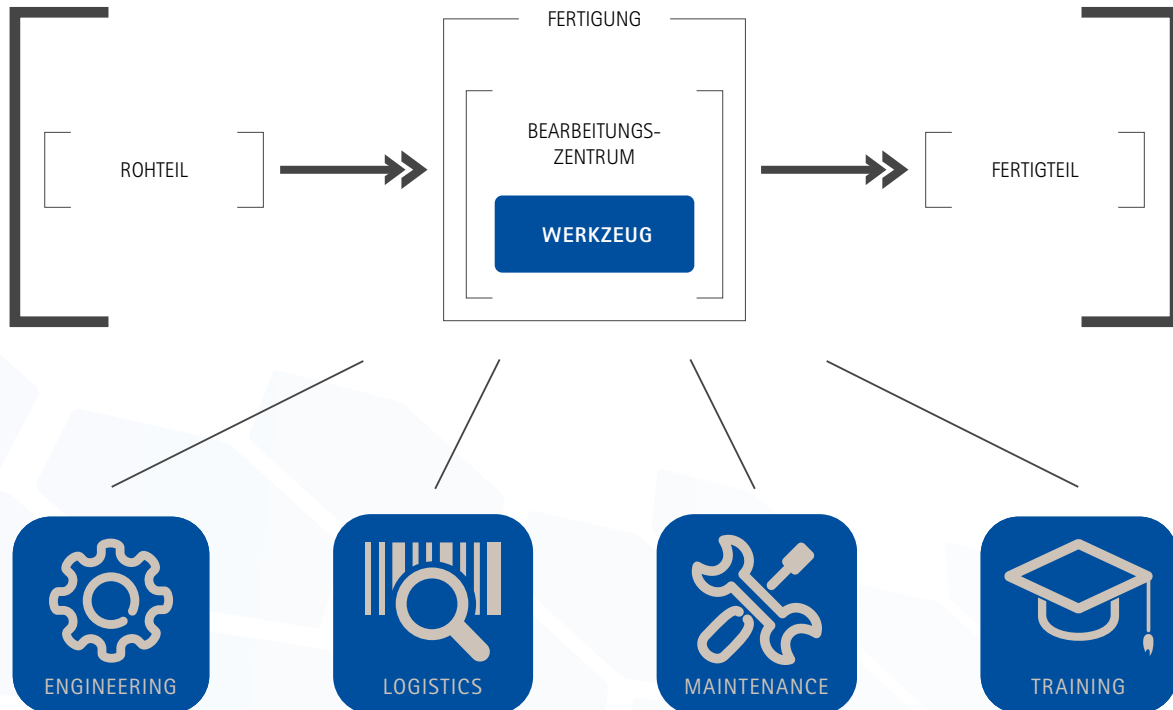


# Individueller, bedarfsgerechter Service

Die Wurzeln von MAPAL liegen in der Herstellung von Sonderwerkzeugen. Der Fokus richtet sich daher immer auf die ganzheitliche Beratung und Betreuung bei Bearbeitungsaufgaben und Prozessen.

Mit einem umfangreichen Serviceangebot unterstützt MAPAL in allen Phasen und Bereichen der Produktion. Egal, ob eine neue Fertigung aufgebaut, Prozesse optimiert, neue Technologien eingeführt, Maschinen auf neue Bauteile umgerüstet, der Werkzeugbestand optimiert oder das Know-how von Mitarbeitern erweitert werden soll.





Mit dem Servicebaustein Engineering garantiert MAPAL eine schnelle, präzise und sichere Fertigung. Im Bereich Logistics und Maintenance können weitere Einsparpotenziale erschlossen werden. Und im Bereich Training sorgt MAPAL dafür, dass das gesammelte Spezialisten-Know-how transparent und vollständig dem Kunden zur Verfügung steht – dies ermöglicht Kunden einen entscheidenden Vorsprung zum Mitbewerber.

Bei allen Serviceangeboten von MAPAL stehen optimale Prozesse und eine umfassende Betreuung auf dem Weg in Richtung Industrie 4.0 im Mittelpunkt. Immer mit dem Ziel, maßgeblich zu einer reibungslosen, produktiven und wirtschaftlichen Fertigung beim Kunden beizutragen.

## VORTEILE

- Lösungen für komplette Werkstücke inklusive Werkzeugen, Vorrichtungen, NC-Programm und Inbetriebnahme
- Gesamte Prozessauslegung und Umsetzung aus einer Hand
- Weltweit schnelle und flexible Betreuung vor Ort
- Effiziente und kostenoptimierte Werkzeugtechnologie
- Optimale Abstimmung von Werkzeug, Werkstück, Vorrichtung und Maschine
- Höchste Produktqualität, Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit von Anfang an
- Schneller Durchlauf von der Planung bis zur Umsetzung bei maximaler Planungssicherheit



Entdecken Sie jetzt Werkzeug- und Service-Lösungen, die Sie vorwärtsbringen:

REIBEN | FEINBOHREN

VOLLBOHREN | AUFBOHREN | SENKEN

FRÄSEN

DREHEN

SPANNEN

AUSSTEUERN

EINSTELLEN | MESSEN | AUSGEBEN

SERVICES

[www.mapal.com](http://www.mapal.com)