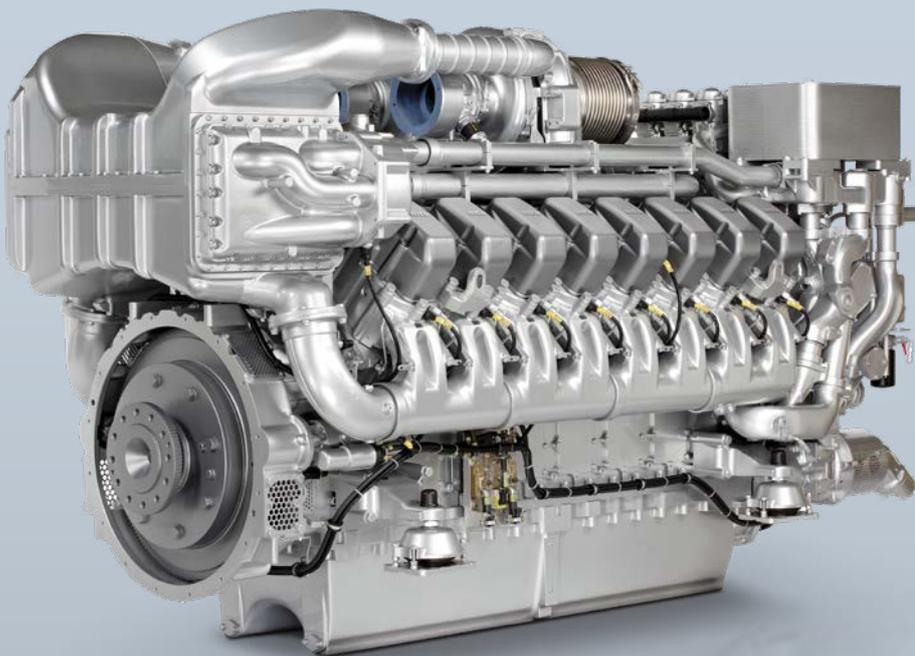


# MINIMAL INVASIVES PLANFRÄSEN

Mit kundenspezifischem Fräser Lebensdauer von Großmotoren erhöht

Großmotoren der Marke MTU treiben Fahrzeuge, Baumaschinen und Generatoren für die dezentrale Energieversorgung an. Sie müssen oft jahrzehntelang ihre Zuverlässigkeit beweisen. Entsprechend hoch sind die Präzisionsanforderungen an die verwendeten Bauteile. Bei der Bearbeitung einer Montagefläche innerhalb einer Abgaskomponente kam zu den Anforderungen an die Genauigkeit eine erschwerte Zugänglichkeit. Für diese schwierige Aufgabe setzt der Geschäftsbereich Power Systems von Rolls-Royce, zu dem MTU gehört, auf einen maßgeschneiderten Fräser mit ISO-Wendeschneidplatten von MAPAL.



Beginnend mit dem Gussteil fertigt MTU Friedrichshafen Großmotoren für Mobilitäts- und Energieanwendungen.



Gemeinsam zum optimalen Werkzeug (v. l.): Thomas Jungbeck von MAPAL mit den MTU-Technikern Hans Schreiner, Waldemar Schmidt und Stefan Wohnhas.

Bild: MTU

In Friedrichshafen entwickelt und produziert das Rolls-Royce-Tochterunternehmen MTU Friedrichshafen Diesel- und Gasmotoren für Schiffe, schwere Land- und Schienenfahrzeuge sowie Industrieanwendungen und die dezentrale Stromversorgung. Zur Produktpalette gehören Baureihen mit acht bis 20 Zylindern und 800 bis 10.000 kW Leistung. Sie sind Kern der Antriebs- und Energiesysteme des Unternehmens. Bereits bei der Anreise nach Friedrichshafen per Bahn oder Bodenseefähre ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass ein MTU-Produkt für den nötigen Vortrieb sorgt.

Bei allen anwendungsbedingten Unterschieden – Motoren für große Schiffe haben andere Anforderungen als solche für Baumaschinen oder gar Notstromaggregate – gibt es eine Gemeinsamkeit: Leistungsstark, energieeffizient und dabei umweltfreundlich müssen die Antriebsaggregate sein, zugleich aber zuverlässig und langlebig.

Die verlässliche Erfüllung dieser Anforderungen macht Power Systems zu einem bevorzugten Partner seiner Kunden. Das Tochterunternehmen MTU Friedrichshafen bestimmt nicht nur die Ziele der Entwicklungsingenieure, sondern auch die Präzisionsanforderungen in der Fertigung. Diese beginnt in Friedrichshafen mit der spanabhebenden Bearbeitung der Gussteile und reicht bis zur Auslieferung der fertigen Motoren und Komplettsysteme.

### Planheit als Qualitätsfaktor

Welchen Einfluss eine hohe Präzision der mechanischen Bearbeitung auf Langlebigkeit und Wartungsarmut der MTU-Großmotoren hat, zeigt ein Beispiel aus dem Abgassystem. Dem Abtransport der Abgase je eines Zylinderpaars dienen Abgasführungselemente aus Gusseisen mit Lamellengraphit GJL-250, die je nach Größe des Motors modular angereicht werden. In ihrem Inneren nehmen Formteile aus hitzebeständigen Blechen die Abgase aus dem Motor auf und leiten sie weiter zu den Turboladern.

Diese Blechteile werden mit jeweils zwei Schrauben an den Innenseiten der Gusselemente befestigt. Die Montagefläche muss eine hervorragende Planheit aufweisen, denn Unebenheiten bieten einen Bewegungsspielraum für die Blechteile. Durch die in Hubkolbenmotoren ständig auftretenden Erschütterungen könnte das mit der Zeit zu Problemen führen, im Extremfall sogar zum Abscheren einer Befestigungsschraube.

### Fläche mit eingeschränkter Zugänglichkeit

„Während wir die beiden Schraublöcher von außen setzen können, lässt sich die Montagefläche mit den beiden Bohrungen nur durch die gegenüberliegende rechteckige Einströmöffnung bearbeiten“, schildert Stefan Wohnhas, zuständiger Fertigungsingenieur für Werkzeugtechnik bei MTU →





*Im Inneren von Abgasführungsgehäusen aus Grauguss – je eines für zwei Zylinder – werden mit zwei Schrauben pro Zylinder die aus hitzebeständigen Blechen gefertigten Abgasleitsysteme fixiert.*



Friedrichshafen, die wesentlichste Herausforderung bei der Bearbeitung. „Die Einströmöffnung ist um mehr als 10 mm schmaler als die zu bearbeitende Fläche und beinahe 300 mm entfernt.“

Für die Vorbearbeitung verwenden die Friedrichshafener bereits seit einiger Zeit einen Senker mit einstellbaren Wendeschneidplatten und einem Arbeitsdurchmesser von 51 mm. Bedingt durch die kleine und weit entfernte Einfahröffnung ist der Schaft des insgesamt über 400 mm langen Sonderwerkzeugs gekröpft. Auf einer Länge von 325 mm weist er lediglich 24 mm im Durchmesser auf.

Würde es sich nur um eine einzelne Senkung handeln, wäre mit diesem Senker auch das Finish in ausreichender Qualität gelungen. Der Senker zentriert sich in der ersten Schraublochbohrung und bearbeitet die erste Hälfte der Montagefläche. Wenn sich das Werkzeug allerdings für die Bearbeitung der zweiten Hälfte der Montagefläche in der anderen der beiden Schraublochbohrungen zentriert, überfahren die Schneidplatten eine bereits bearbeitete Stelle. Das führt zu einem ungleichmäßigen Schnittdruck.

„So konnten wir die geforderten 70 µm Ebenheit nicht einhalten“, berichtet Hans Schreiner, der auf 40 Jahre Erfahrung bei MTU Friedrichshafen zurückgreifen kann und die Werkzeugplanung und -beschaffung für kubische Großbauteile verantwortet.

### Mit MAPAL zum Methodenwechsel

So beschlossen die Verantwortlichen bei MTU, auf eine andere Bearbeitungsmethode umzusteigen, das Planfräsen. „Da wir eine 70 x 35 mm große Fläche durch eine nur 54 mm breite, rechteckige Öffnung bearbeiten, war klar, dass wir ein Sonderwerkzeug benötigen“, sagt Hans Schreiner. „Mit unserer Problemstellung traten wir an MAPAL heran, denn MAPAL hat den Ruf, auch schwierige Herausforderungen zu meistern. Andere Anbieter hatten schon von vornherein abgewinkt.“

### Ein Werkzeug, mehrere Durchmesser

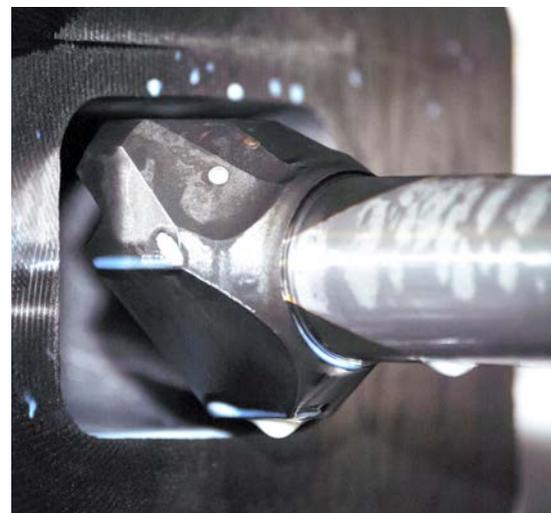
Für MTU Friedrichshafen entwickelte MAPAL einen 400 mm langen Fräser zur Finishbearbeitung. Dessen Schaft aus Vollhartmetall hat an der schwächsten Stelle 32 mm Durchmesser und ist damit deutlich stabiler als der Schaft des Senkers. Darauf aufgelötet ist der Planmesserkopf mit vier tangential angeordneten, einstellbaren ISO-Wendeschneidplatten. Das größte Außenmaß des Messerkopfs beträgt 63,5 mm. Nur bei einer definierten Spindelposition passt er durch die 54 mm breite Öffnung. Die zweischneidigen Wendeschneidplatten sind im 45°-Winkel angestellt. Sie sind asymmetrisch angeordnet und haben so vier verschiedene Flugkreise: 19,5; 27,5; 44,5 und 54,5 mm. Damit kann – trotz eines Verfahrweges von lediglich 10 mm – die gesamte Fläche mit einer Länge von 70 mm bearbeitet werden.

„Die Anordnung der Schneiden stellte sowohl die Werkzeugentwickler bei MAPAL als auch unsere NC-Programmierer vor besondere Herausforderungen“, sagt Stefan Wohnhas. Die Aalener Präzisionswerkzeugspezialis-

MAPAL entwickelte einen aufgabenspezifischen Sonderfräser für das Finishen, dessen vier in der Länge einstellbare, asymmetrisch angeordnete Wendeschneidplatten das Planfräsen der Montagefläche durch nur teilweises Überfahren ermöglichen.

Mit dem Sonderwerkzeug übertrifft MTU die Planheitsvorgaben um den Faktor 10. Um das Einfahren ohne Drehung und damit ohne Zeitverlust zu ermöglichen, ist der Fräskopf im passenden Winkel zur Werkzeugaufnahme montiert.

Die Bearbeitung der ca. 70 x 35 mm großen Montagefläche kann nur durch die in etwa 300 mm Entfernung gegenüberliegende rechteckige Einströmöffnung erfolgen.



ten mussten zudem ihre gesamte Erfahrung darauf verwenden, trotz der komplexen Asymmetrie des Bearbeitungskopfes einen optimalen axialen Planlauf zu gewährleisten. Das ist gelungen. Über eine axiale Verstellmöglichkeit kann der Planlauf  $\mu\text{m}$ -genau eingestellt werden.

### Gemeinsam zum Sonderwerkzeug

Die Zusammenarbeit in der Entwicklungsphase war intensiv. Nach jedem Entwicklungsschritt übermittelte MAPAL den MTU-Experten ein 3D-Modell des Werkzeugs. „Dieser ‚digitale Zwilling‘ machte es uns möglich, in unserer NC-Simulationssoftware den gesamten Bearbeitungszyklus durchzuspielen“, sagt Waldemar Schmidt, CAM-Programmierung und Werkzeugplanung bei MTU Friedrichshafen. „So konnten wir Kollisionen erkennen und das Verhalten des Fräasers vollständig testen, ohne teure Prototypen anfertigen zu lassen und ohne Ausschuss zu produzieren.“

Umgekehrt leisteten die MTU-Techniker durch Anpassungen am Werkstück einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen des Projektes. Um die befürchtete Labilität durch einen zu dünnen Schaft zu verhindern, veranlassten sie eine minimale konstruktive Änderung an der Einfahröffnung.

### Anforderungen deutlich übertroffen

„Wir waren nicht immer sicher, ob die Konstruktion eines passenden Fräsers überhaupt gelingt“, sagt Waldemar Schmidt. „MAPAL hat uns vom Gegenteil überzeugt. Mit dem Werkzeug übertreffen wir die Präzisionsanforderungen deutlich“, berichtet Hans Schreiner. So wird prozess-

sicher eine Planheit von sieben statt der geforderten 70  $\mu\text{m}$  erreicht. Bei der Finishbearbeitung werden 0,2 mm Material abgetragen. Gearbeitet wird mit einer Schnittgeschwindigkeit von durchschnittlich 120 m/min und einem Vorschub von 0,12 mm.

„Umfangreiche Messungen an einem eigens aufgebauten Versuchsmotor bestätigten den Effekt der Feinbearbeitung mit dem von MAPAL entwickelten Sonderfräser“, ergänzt Stefan Wohnhas. „Wir erhielten ein Werkzeug, mit dem wir durch minimalinvasives Planfräsen mit langer Auskragung die Wartungsarmut und Langzeitqualität unserer Großmotoren nachhaltig weiter verbessern konnten.“ ■

### ANWENDER:

*Rolls-Royce Power Systems, ein Geschäftsbereich des britischen Technologiekonzerns Rolls-Royce plc., ist einer der weltweit führenden Anbieter von Motoren, Antriebssystemen und dezentralen Energieanlagen. Die Marken MTU und MTU Onsite Energy stehen für schnelllaufende Motoren und Antriebssysteme für Schiffe, schwere Land- und Schienenfahrzeuge, militärische Fahrzeuge sowie für die Öl- und Gasindustrie mit bis zu 10.000 kW Leistung sowie für Stromaggregate für Not-, Dauer- und Spitzenstromversorgung und komplette Blockheizkraftwerke.*