

2024/2025

solutions

Das Magazin für Verzahnstechnologie

**Laserprüfung trifft
Getriebegeräuschanalyse**

**NVH-Optimierung mit
KISSsoft, GEMS and RecurDyn**

**Erfolgsgeschichten
aus China und Europa**

Willkommen bei Gleason



John J. Perrotti

Chairman und
Chief Executive Officer

Sehr geehrte Kunden,

Die neue Ausgabe des Solutions Magazins von Gleason erscheint in einer Zeit, in der sich viele Anwendungen im Bereich der Kraftübertragung rasant verändern. Unsere Strategie und Mission konzentrieren sich auf eine integrierte Plattform von „Auslegung, Herstellung und Prüfung“, um unseren Kunden einen echten Mehrwert zu bieten.

KISSsoft und GEMS (Gleason Engineering and Manufacturing Software) bieten nicht nur fortschrittliche Auslegungs- und Analysewerkzeuge, sondern integrieren auch wertvolle Informationen über Fertigungsmethoden. Wir folgen mit dem breitesten Angebot an Fertigungslösungen in unserer Branche, die alle Verzahnungstypen, Größen und primären Verzahnungsprozesse abdeckt. Dieses Fertigungsportfolio umfasst Maschinen, Werkzeuge, Spannmittel und kundenspezifische Automatisierung, sowie globalen Service und Schulungen. Darüber hinaus bietet Gleason Ihnen nicht nur taktile, analytische Verzahnungsmesssysteme, sondern ist auch führend bei der Wälzprüfung und bei optischen Messlösungen. Die Messsysteme werden durch hochentwickelte Analysepakete ergänzt, die wichtige Problemstellungen, wie zum Beispiel „NVH“ identifizieren, und bei der Fehlersuche helfen können.

Ein zentraler Vorteil einer solchen integrierten Plattform besteht darin, Daten über die gesamte Wertschöpfungskette zu erfassen und sie nahtlos zwischen den Elementen der Infrastruktur für Auslegung, Fertigung und Prüfung zu optimieren. Die Konnektivität zwischen allen Elementen der Wertschöpfungskette, einschließlich anderer Geschäftssysteme wie ERP, MES und Qualitätssystemen, nennen wir das „Gleason-Ökosystem“.

Die Zukunft der Verzahnungstechnologie wird nicht über einzelne Produkte definiert, sondern durch ein hochgradig verbundenes Netzwerk, das kontinuierlich diverse Anwendungen mit Daten versorgt, um Qualität, Produktivität und Kosten von Verzahnungen und kompletten Getrieben in Echtzeit zu optimieren. Auch wenn Zukunftstechnologien Ihren Erfolg maßgeblich bestimmen, so gibt es doch einen weiteren, wichtigen Baustein unserer Philosophie:

Ihnen stets ein überragendes Kundenerlebnis zu bieten. Ich darf Ihnen versichern, dass dieses Ziel das Herzstück unserer Strategie bleibt und unsere 2.300 engagierten Mitarbeiter jeden Tag aufs Neue motiviert.

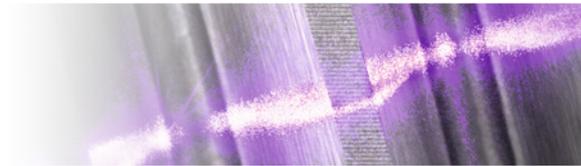
Nächstes Jahr feiert Gleason das 160-jährige Bestehen. Wir sind stolz auf unsere Vergangenheit, richten unseren Fokus aber voller Zuversicht auf die Zukunft. Es war eine spannende, erfolgreiche Reise. Wir freuen uns auf die weitere, gemeinsame Zusammenarbeit, um die nächsten Jahre noch erfolgreicher zu gestalten.

Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre der neuen Ausgabe des Solutions Magazins und danken Ihnen für Ihre Treue.

Mit freundlichen Grüßen,

04 In-Prozess-Verzahnungsprüfung und Geräuschanalyse

GRSL Lasermessung und Wälzprüfung



08 Radiales Anfasen für Verzahnungen mit Störkonturen

100HCD Wälzfräs- und Anfasmaschine



12 Der Antrieb zur NVH-Optimierung

KISSsoft, GEMS und RecurDyn für ganzheitliche Getriebeplanung



16 Zukunftsweisend: Immer einen Tritt voraus

Power Skiving und Face Milling von E-Bike-Getrieben



20 Digitalisierung von Dienstleistungen

Gleason [e] Catalog



22 Hartfeinbearbeitung mit höchster Präzision

„Pitch Line“-Vorrichtung



24 Flüsterleise E-Getriebe

Erfolgsgeschichte / Chongqing Winstar



30 Die Kraft hinter der Energie

Erfolgsgeschichte / Maschinenfabrik Reinhausen



In-Prozess- Verzahnungsprüfung und Geräuschanalyse

Die prozessbegleitende Prüfung sowie die Geräuschanalyse spielen bei der Herstellung von Zahnrädern für E-Antriebssysteme eine entscheidende Rolle und tragen dazu bei, einen hohen Wirkungsgrad bei geringen Geräuschemissionen zu gewährleisten. Darüber hinaus sorgt die prozessbegleitende Prüfung für eine qualitativ hochwertige Produktion, indem sie Fehler vor der Endmontage oder sogar während der Produktion erkennt.

In der konventionellen Getriebefertigung wird die Qualitätskontrolle in der Regel nur stichprobenartig durchgeführt. Die Mehrzahl der Teile geht ohne jegliche Prüfung in die Endmontage des Getriebes. Dieser Ansatz beruht unter anderem auf zwei Tatsachen: Die Messzeit ist wesentlich länger als die Bearbeitungszeit, und es steht nur eine begrenzte Messkapazität zur Verfügung. Bei der Hartfeinbearbeitung, zum Beispiel beim Wälzschleifen oder Zahnradhonen, ist es nicht ungewöhnlich, nur ein oder zwei Werkstücke pro Abrichtzyklus oder direkt nach dem Einrichten der Maschine zu messen. Je nach Abrichtzyklus entspricht die

Anzahl der geprüften Teile dann nur etwa 5% der insgesamt produzierten Werkstücke. Um der Getriebemontage nur „gute Zahnräder“ zuzuführen, wird die Methode der statistischen Auswertung genutzt.

Weil sich die meisten Messmerkmale normalverteilt verhalten (Gauß), lässt sich durch gezieltes Einengen der Fertigungstoleranzen die Einhaltung der tatsächlich geforderten Zeichnungstoleranzen mit ausreichend großer Wahrscheinlichkeit (üblicherweise >99,99 Prozent) sicherstellen. Diese Methode wird häufig für Maschinen- und Prozessfähigkeitsuntersuchungen verwendet und ist weltweit anerkannt.

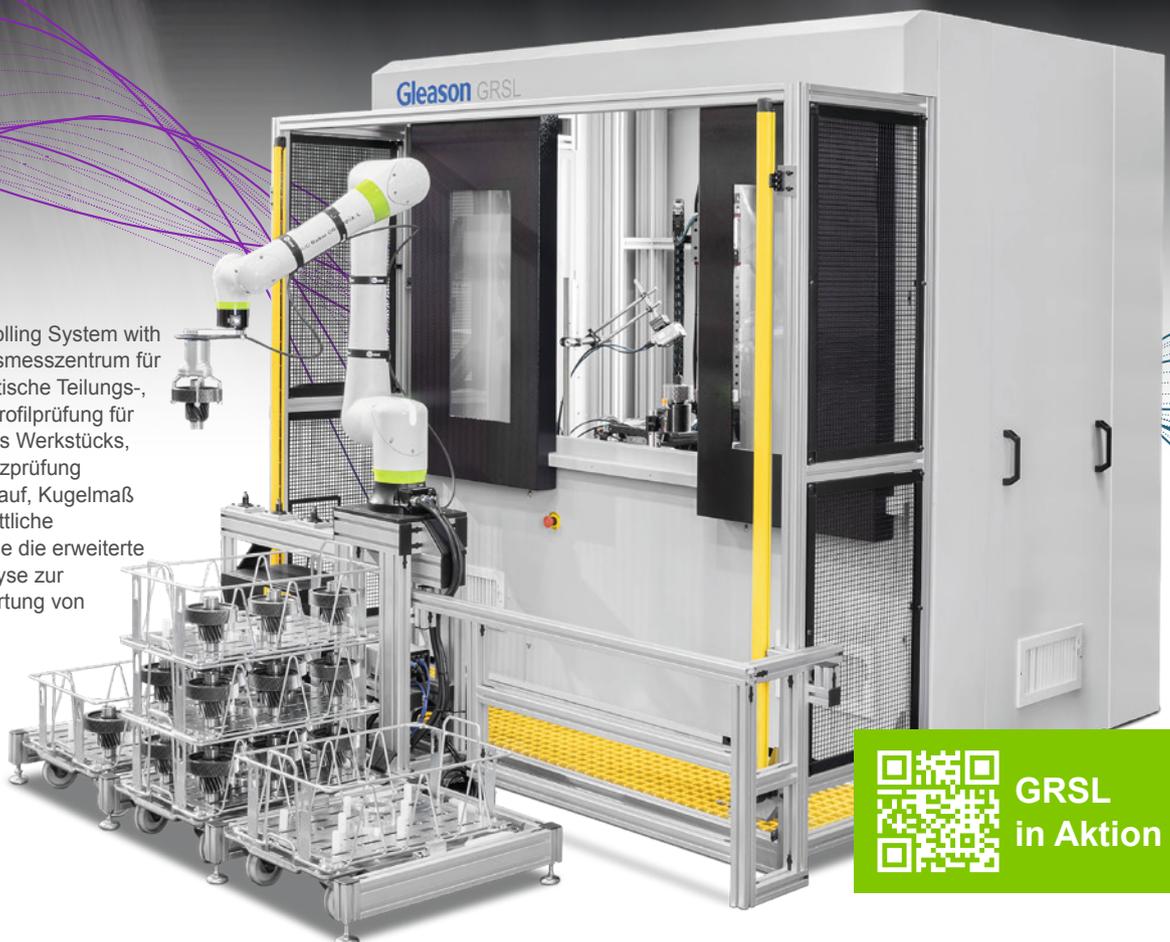
Die häufig zu Grunde gelegten Maschinen- bzw. Prozessfähigkeitswerte cmk & cpk liegen in der Regel über 1,67. Statistisch gesehen liegt die Ausschussquote dann bei nur 0,57 Werkstücken pro 1 Million gefertigter Werkstücke, bedeutet aber im Umkehrschluss, dass nur etwa 50% der eigentlich vorgesehenen Zeichnungstoleranzen als Fertigungstoleranzen zur Verfügung stehen. Verschärft wird diese Situation durch die Tatsache, dass die steigenden Qualitätsanforderungen insbesondere bei E-Antrieben aufgrund von NVH-Anforderungen (Noise Vibration Harshness) zu immer engeren Toleranzen führen.

Ein weiteres Problem der traditionellen Zahnradprüfung ist die lange (Warte-)Zeit zwischen der Entnahme des Teils zur Prüfung und der tatsächlichen Verfügbarkeit der Messergebnisse. Die Warte- und Prüfzeit kann je nach Kapazität des Prüfraums leicht zwischen 30 und 45 Minuten betragen. Nach der Messung muss entschieden werden, ob eine Korrektur der Maschineneinstellungen erforderlich ist. Solche Korrekturen müssen vom Maschinenbediener durchgeführt werden, was zusätzliche Zeit in Anspruch nimmt, und das alles bei laufender Produktion, ob gut oder schlecht.

Wie sieht nun eine ideale Lösung zur Bewältigung der beschriebenen Herausforderungen aus? Idealerweise könnten alle Teile unmittelbar nach der Produktion geprüft werden, was verschiedene Vorteile mit sich bringt. Die an jedem Werkstück erreichte Qualität könnte dokumentiert werden. Prozessabweichungen könnten sofort durch ein Closed Loop-Autokorrektursystem korrigiert werden. Und noch besser: Durch die Prüfung von bis zu 100% der Teile könnte man auch Trends überwachen und präventive Korrekturen vornehmen, bevor die Teile aus der Toleranz geraten. 100% der Zeichnungstoleranz stehen für

die Fertigung zur Verfügung. Das ultimative Ziel wäre die Vorhersage, ob ein Werkstück nach der Montage Geräuschprobleme innerhalb des Getriebes verursachen wird oder nicht. Der Schlüssel zur Schaffung einer idealen Situation ist daher ein Messsystem, das in der Lage ist, Zahnräder so schnell zu prüfen, wie sie produziert werden, und das in der Nähe der Produktionsmaschine installiert werden kann.

GRSL (Gear Rolling System with Laser) Qualitätsmesszentrum für die schnelle optische Teilungs-, Flanken- und Profilprüfung für alle Zähne eines Werkstücks, Zweiflankenwälzprüfung inklusive Rundlauf, Kugelmaß und durchschnittliche Zahndicke sowie die erweiterte Welligkeitsanalyse zur Geräuschbewertung von Zahnradern.



GRSL
in Aktion

Es werden Ordnungsanalysen für Profil (Evolvente) und Flankenlinien (Steigung) an der rechten und linken Zahnflanke dargestellt. Im unteren Teil des Diagramms sind die auffälligsten Ordnungen und Amplituden in Tabellenform zusammengefasst. Dies ermöglicht eine schnelle Unterscheidung zwischen Eingriffsharmonischen, die hauptsächlich durch die Zahnradauslegung beeinflusst werden, und anderen Ordnungen, die typischerweise ihre Ursache in Fertigungsfehlern haben.



Das GRSL Qualitätsmesszentrum von Gleason kombiniert dabei die optische Prüfung der Verzahnungsmerkmale mittels Laserscannern mit der bewährten Zweiflankenwälzprüfung von Verzahnungen, die ohnehin bereits häufig in der Produktion eingesetzt wird. Das GRSL bietet jedoch viel mehr als diese traditionellen Systeme. Es misst die individuellen Verzahnungsabweichungen im Profil der Flankenlinie sowie in der Teilung und dem Rundlauf an allen Zähnen durch Laserabtastung.

Zwei Laserköpfe fahren automatisch in Position, um beide Zahnflanken (links und rechts) gleichzeitig abzutasten. Nach dem Laserscannen aller Zahnflanken wird der Wälzprüfzyklus eingeleitet. Darüber hinaus können verschiedene Abschnitte entlang der Zahnflankenbreite gescannt werden, um auch die Flankenlinie zu prüfen. Mit der Lasertechnologie wird die Gesamtprüfzeit im Vergleich zu einem herkömmlichen taktilen Messsystem erheblich verkürzt. Beispiel: Die Prüfzeit für ein typisches

Kfz-Planetenritzel kann mit Lasertechnologie um den Faktor 4 reduziert werden, von etwa 2,7 Minuten auf 39 Sekunden. Gleichzeitig werden in der deutlich reduzierten Prüfzeit alle Zähne des Zahnrads erfasst und nicht, wie bei einem taktilen Messsystem üblich, nur an vier Zähnen über dem Umfang verteilt.

Mit solch umfangreichen Messdaten, die durch das Laserscannen aller Zähne zur Verfügung stehen, ist es auch möglich, Verzahnungen über die Standardmerkmale wie Abweichungen in Profil, Flankenlinie, Teilung, Rundlauf und Zahndicke hinaus zu bewerten. Darüber hinaus erfasst der Laser des GRSL bei höheren Geschwindigkeiten eine viel höhere Datendichte als ein herkömmlicher taktiler Taster. Die Fläche der Zahnradflanke, die der Lasertaster zu jedem Zeitpunkt der Messung sieht und abtastet, ist viel größer als die bei der Verwendung eines taktilen Mess-tasters. Dieser stellt lediglich einen Punktkontakt her, während der Laser einen linienförmigen Messbereich mit

hoher Frequenz und Abtastrate von wenigen Mikrometern abtastet. Dies ermöglicht die Erfassung einer großen Oberfläche der Verzahnung mit bis zu 10-fach höherer Dichte bei wesentlich kürzeren Prüfzeiten. Eine solche hochdichte Prüfung der gesamten Oberfläche ist mit einem taktilen Messtaster nicht möglich.

Die Kenntnis der Profil- und Flankenlinieninformation aller Zähne ermöglicht die Berechnung einer so genannten „Advanced Waviness Analysis“, die zu einer Ordnungsanalyse der Zahnradtopographie führt. Im Gegensatz zur traditionellen Verzahnungsprüftechnik, bei der periodische Komponenten oder Welligkeiten nur als Formfehler ffa oder ffb im Profil und der Flankenlinie erfasst werden, geht die erweiterte Welligkeitsanalyse weit darüber hinaus. Diese wertet periodische Fehler im Profil, in der Flankenlinie oder in der Teilung nach ihren Frequenzen/Ordnungen und ihren Amplituden aus und entspricht im Wesentlichen der Welligkeitsanalyse nach VDI/VDE2612:2018.

Gemessene Profil- und/oder Flankenlinien aller Zähne werden dabei zunächst wälzkorrekt entlang ihres Berührungspfad miteinander verbunden. Das so erhaltene „Signal“ stellt damit einen theoretischen Übertragungsfehler dar und wird dann entweder mit einer FFT (Fast Fourier Transformation) oder mit einer Sinusschätzung in seine entsprechenden Komponenten (Frequenzen/Ordnungen und Amplituden) zerlegt.

Während bei der Einflankenwälzprüfung der tatsächliche Übertragungsfehler zwischen Zahnrad und Meisterrad ermittelt und als Ordnungsanalyse dargestellt wird, wird bei der Advanced Waviness Analysis der Übertragungsfehler aus gemessenen reduzierten Topographiedaten berechnet. Diese Methode wird seit Jahren angewandt und bietet den Vorteil, dass anstelle eines zusätzlichen Einflankenwälzprüfgerätes vorhandene analytische Prüfmittel eingesetzt werden können. Dieses Verfahren hat jedoch einen großen Nachteil: Es dauert sehr lange mittels taktile Messung (auf einem Standard-Messzentrum), die Profildaten aller Zähne zu ermitteln, die für die Berechnung der Ordnungsanalyse erforderlich sind.

Mit dem neuen GRSL von Gleason können die Profil- und Flankenliniendaten extrem schnell erfasst werden, wodurch der Nachteil der analytischen Prüfung entfällt. Mit der berechneten Ordnungsanalyse und den entsprechenden Amplituden (Advanced Waviness Analysis) ist es möglich, potenzielle Geräuschprobleme wie Geisterordnungen zu erkennen. Diese Ordnungen haben nichts mit den Eingriffsharmonischen der Verzahnung zu tun und werden in der Regel durch kleine Unregelmäßigkeiten verursacht, die während des Fertigungsprozesses oder durch die Produktionsmaschine selbst entstehen. Solche Geisterordnungen können Probleme verursachen, sobald sie eine bestimmte Amplitude überschreiten. Bislang werden solche Ordnungsanalysen aufgrund des hohen Prüfaufwandes nur stichprobenartig durchgeführt. Mit der Advanced Waviness Analysis und der Möglichkeit, bis zu 100 % der gefertigten Zahnräder zu prüfen, ist es nun möglich, jedes produzierte Zahnrad auf potenzielle Geräuschprobleme zu bewerten und nicht konforme Zahnräder auszusortieren, bevor sie in das Getriebe eingebaut werden.

Das GRSL von Gleason kann in eine vollautomatisierte „Hard Finishing Cell“ (HFC) mit Wälzschleifen, Waschen, Teilmarkierung und einem Laderoboter mit Palettiersystem auf Korbbasis integriert werden. Es ist auch als eigenständiges „GRSL Qualitätsmesszentrum“ mit Roboterbeladung erhältlich, das sich unabhängig in jede Fertigungsumgebung integrieren lässt.

Das Closed Loop-System von Gleason verbindet die Schleifmaschine mit dem GRSL. Die Prüfergebnisse werden direkt an die Schleifmaschine zurückgegeben, ohne dass der Bediener eingreifen muss. Die Maschine vergleicht die gemessenen Werte mit den Sollwerten und führt automatisch die erforderlichen Korrekturen durch - die Ergebnisse liegen kurz nach dem Schleifen des Werkstücks vor, typischerweise in weniger als 5 Minuten. Verglichen mit dem traditionellen Ansatz der Zahnradprüfung in einem separaten Prüfraum wird die Reaktionszeit drastisch verkürzt. Mit dem GRSL ist es nun möglich, jedes produzierte Zahnrad auf mögliche Geräuschprobleme hin zu untersuchen.

HFC in
Aktion



Dr. Antoine Türich
Direktor Produktmanagement
Hartbearbeitungs-
lösungen

Radiales Anfasen für Verzahnungen mit Störkonturen

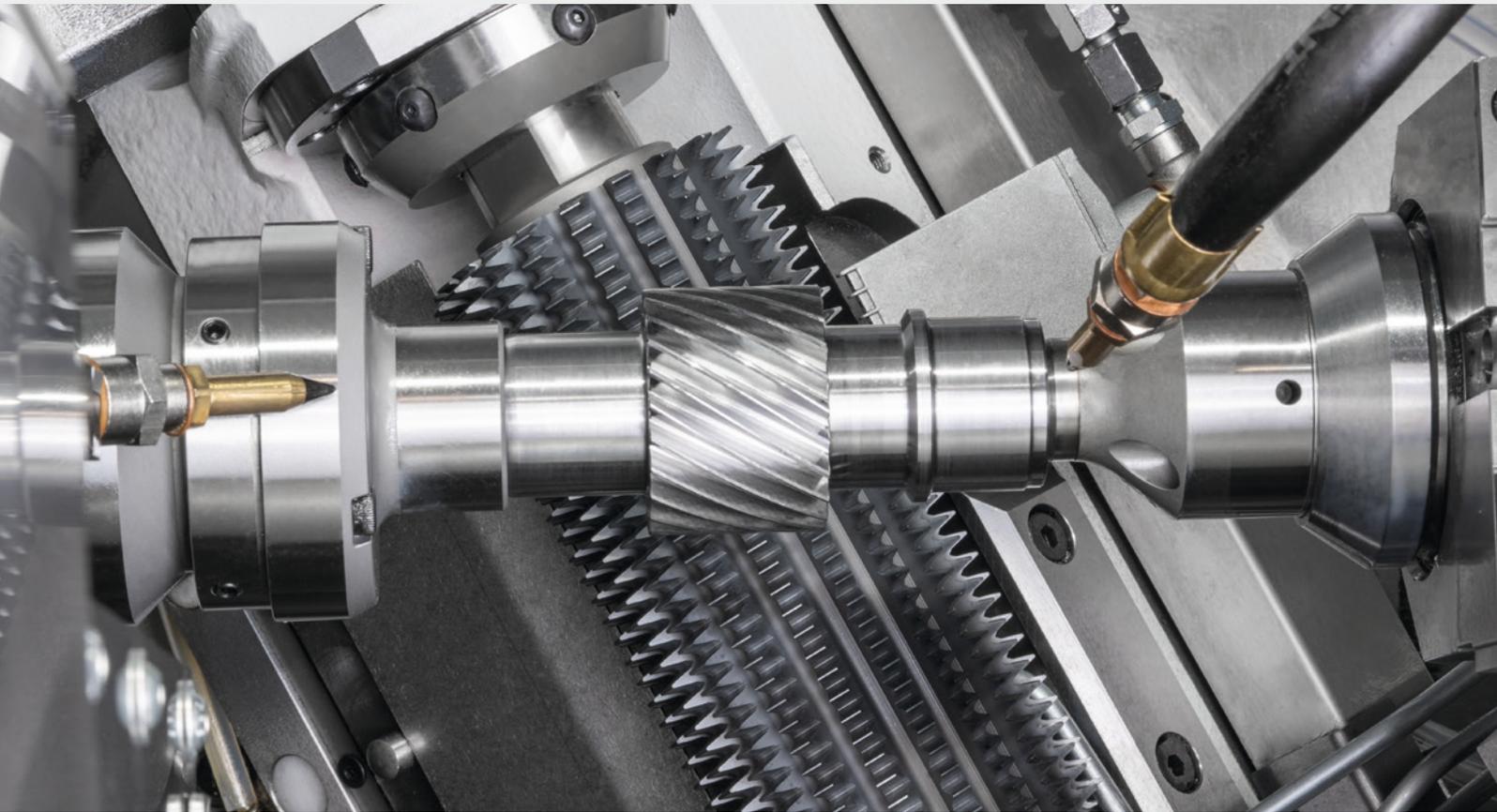


Die neue horizontale 100HCD Wälzfräsmaschine ermöglicht das radiale Anfasen parallel zum Wälzfräsen – die ideale Lösung für Wellen mit Störkonturen, einschließlich Elektroantriebswellen.

Die Hersteller von Elektroantriebssystemen lassen nichts unversucht, um geräuscharme und zuverlässige Getriebezahnräder und -wellen zu entwickeln. Im Gegensatz zu früher, als Anfasen und Entgraten nur eine Nebenrolle spielten, werden sie heute als primäre Weichbearbeitungsprozesse betrachtet, da man erkannt hat, dass

alles andere als eine makellose Zahnflanke einen vorzeitigen Ausfall des Getriebes, einen nicht optimalen Wirkungsgrad oder eine inakzeptable Geräuschentwicklung verursachen kann. Gleason ist unermüdlich auf der Suche nach neuen Anfastechnologien, die sich einfacher und wirtschaftlicher in Zahnradfertigungsprozesse integrieren lassen, sei es für die Produktion

kleinerer Automobilzahnräder, Ritzel und Wellen oder größerer Zahnräder für Lastwagen und Traktoren. Zumeist werden diese Anfastetechnologien mit bewährten Wälzfräsmaschinen kombiniert, so dass der Anfasvorgang mit minimalen Auswirkungen auf die Zykluszeiten und Werkzeugkosten pro Werkstück durchgeführt werden kann.



Die 100HCD ist für eine Vielzahl von verzahnten Profilen bis zu einem Werkstückdurchmesser von 120 mm, Modul 4 mm, und einer Wellenlänge von 450 mm ausgelegt.

Ein Beispiel dafür ist die kürzlich erfolgte Einführung der vertikalen Wälzfräsmaschine Genesis® 280HCD, die zwei bahnbrechende Anfasverfahren kombiniert: das Anfaswälzfräsen, das sich ideal für z. B. Achsantriebsräder und Wellen für Getriebe in der Automobil- und Lkw-Industrie eignet, und das Anfasfräsen mit dem Fly Cutter, das eine außergewöhnliche Flexibilität für Anwendungen mit geringen Stückzahlen bietet. Beide Verfahren werden parallel zum Wälzfräsen ausgeführt.

Einführung der neuen 100HCD

Jetzt legt Gleason die Messlatte für das Anfasen erneut höher, diesmal für kleinere Zahnräder, Ritzel und Wellen für Elektroantriebe, die sowohl eine Produktion in hohen Stückzahlen als auch das Schneiden von präzisen, wiederholbaren Fasen erfordern. Mit der Einführung der neuen horizontalen Wälzfräsmaschine 100HCD und der weltweit ersten Anwendung des radialen Anfasfräsens – parallel zum Wälzfräsen – steht nun eine Plattform zur Verfügung, die ideal geeignet ist, um die Herausforderungen zu meistern, welche die heutigen hochpräzisen, extrem leisen Elektroantriebe erfordern.

Doch zunächst einige Hintergrundinformationen: Die neue 100HCD ist eine Variante der kürzlich von Gleason aktualisierten Horizontal-Wälzfräsmaschine 100H – die nächste Generation der bekannten

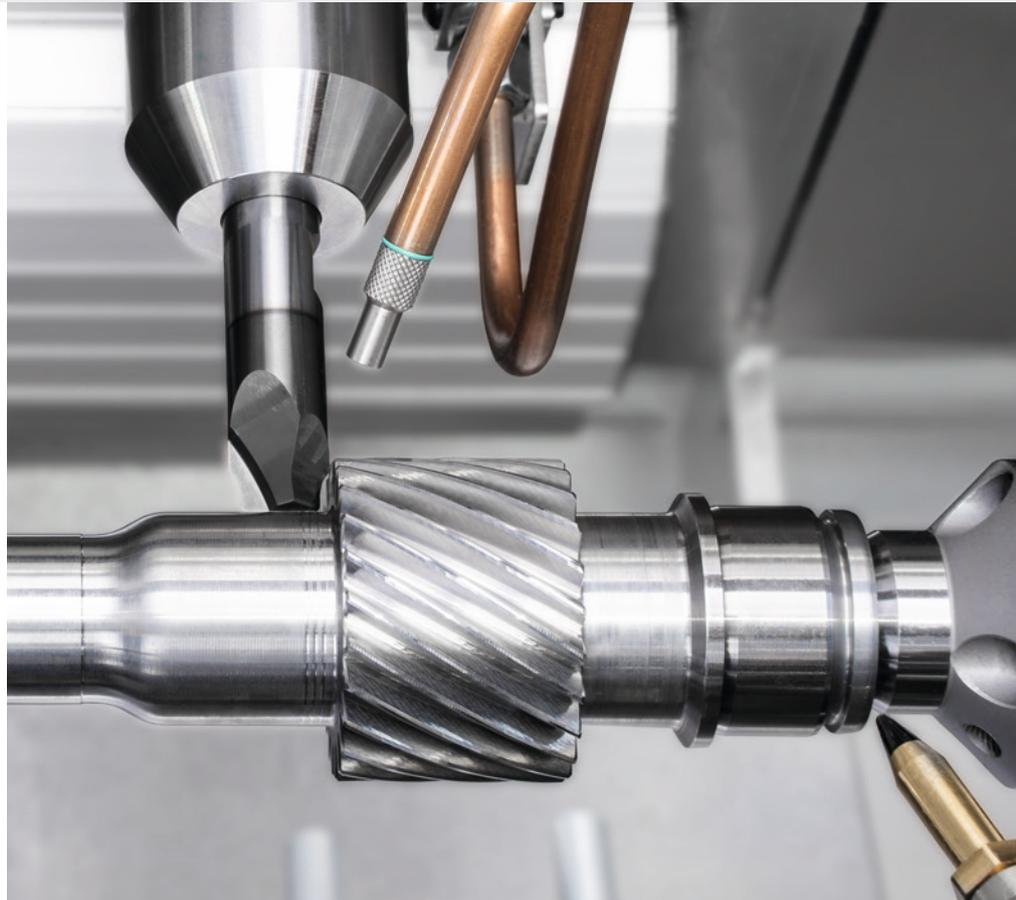
P90-Serie, mit Verbesserungen in Design, Funktionalität und Bediener-schnittstelle. Diese neue Serie, einschließlich der Varianten wie der 100HCD, ist für die Bearbeitung einer Vielzahl von verzahnten Profilen bis zu einem Werkstückdurchmesser von 120 mm, Modul 4 mm und einer Wellenlänge von 450 mm ausgelegt. Mit konstruktiven Verbesserungen an Wälzfräskopf und Werkstück-spindel und dem Einsatz der neuen Gleason Bedienoberfläche GEMS® liefert die 100H-Serie extrem kurze Bearbeitungszeiten und ist damit ideal für die Großserienfertigung von Zahnradern und Ritzeln geeignet. Und wie die P90-Serie, die als erste in der Branche neben dem horizontalen Wälzfräsen auch integriertes Anfasen/Entgraten bot, kombiniert auch die 100HCD die neue und verbesserte Wälzfräsplattform mit einer integrierten Anfas-/Entgratstation.

Radiales Anfasen neu erfunden

Mit der 100HCD wurde eine bedeutende Verbesserung gegenüber der P90 erzielt, indem das traditionelle Rollanfasen durch das Radialanfasen ersetzt wurde.

Das Rollanfasen, auch Wälzentgraten genannt, ist ein schnelles, vielseitiges Umformverfahren, bei dem mit zahnradförmigen Werkzeugen, die mit dem Werkstück abrollen, Fasen entlang der Zahnkanten erzeugt werden. Überschüssiges Material fließt hauptsächlich auf die Stirnseite des Zahnrads, wo es dann je nach Zahnradform und/oder Maschinenkonfiguration von einzelnen Entgratstählen, Entgrat- oder Feilscheiben abgetragen wird. Geringe Mengen an Material können jedoch auch in die Zahnflanke selbst fließen und so einen Sekundärgrat bilden, der entweder durch Randzonenglättung oder ein Zweischnitt-Wälzfräsverfahren vor den nachfolgenden Hartbearbeitungsvorgängen entfernt werden muss.

Beim Radialanfasen hingegen, das bei der 100HCD erstmals parallel zum Wälzfräsen eingesetzt wird, wird die Fase nicht durch Anfasrollen, sondern durch einen Schneidvorgang mit einem oder zwei Radialanfasfräsern erzeugt. Der darauffolgende notwendige Arbeitsgang zum Entfernen des Sekundärgrats, der beim Rollanfasen entstehen kann, entfällt. Während sich Gleasons Anfaswälzfräsverfahren auf den vertikalen 180HCD und 280HCD ideal für scheibenförmigen Teile eignet, ist das Radialanfasen die beste Wahl für Wellen, die typischerweise auf einer horizontalen Wälzfräsmaschine hergestellt werden. Diese Wellen, bei denen der Fußkreisdurchmesser der angefassten Verzahnung und der Wellendurchmesser oft sehr nahe beieinander liegen, sind aufgrund des



Radialanfasen – die Fase wird durch einen Schneidprozess mit einem oder zwei Radialanfasfräsern erzeugt. Dadurch entfallen nachfolgende Arbeitsgänge zur Entfernung des Sekundärgrats, der häufig durch das früher verwendete Rollanfasen entstand.

eingeschränkten Freiraums naturgemäß schwieriger anzufasen und zu entgraten. Der Wälzfräser, der beim Anfaswälzfräsen verwendet wird, ist zwar ideal für scheibenförmige Teile, macht es aber schwierig, Wellen mit Störkonturen anzufasen, wie sie oft in heutigen Elektroantrieben vorkommen können.

Parallele Perfektion

Die 100HCD arbeitet auf ähnliche Weise wie ihre Vorgängerin P90CD. Durch die parallele Durchföhrung von Anfasen/Entgraten und Wälzfräsen wird eine bemerkenswerte Zykluszeit erreicht, unterstützt durch die Hochgeschwindigkeitsautomatisierung und die Gleason-Spannvorrichtung

mit schneller Spann-/Lösefunktion. Das Zahnrad wird zunächst auf der Wälzfrässtation gefräst und der beim Wälzfräsen entstehende Grat entfernt. Anschließend wird das Zahnrad vom Portal entladen und in die Anfas-/Entgratstation geladen, in der das radiale Anfasen durchgeführt wird, während ein neues Zahnrad gefräst wird. Je nach Anwendungsbedarf kann die Anfasstation mit einer oder zwei Werkzeugspindeln ausgestattet werden. In beiden Fällen werden kostengünstige und nachschärfbare Hartmetallwerkzeuge mit bis zu drei Schneiden eingesetzt. Die Werkzeuge können für das Anfasen der Zahnradflanken mit oder ohne Fußfase ausgelegt werden.



Beim Radialanfasen werden wirtschaftliche, und nachschärfbare Hartmetallwerkzeuge mit bis zu drei Schneidkanten verwendet.

Das Komplettpaket

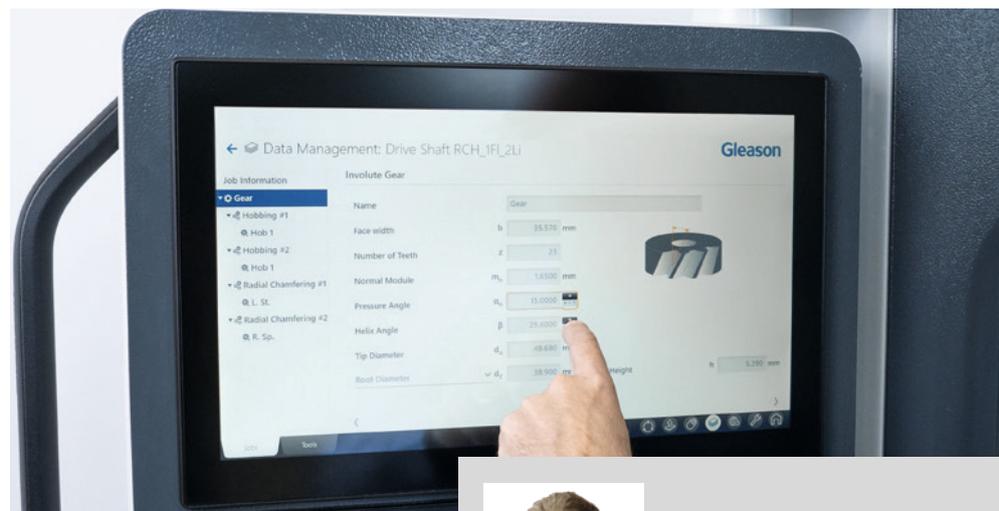
Die neue 100HCD hat einiges zu bieten: Der neu gestaltete, direkt angetriebene Wälzfräskopf mit Drehzahlen von bis zu 12.000 U/min und zwei verschiedenen Leistungsoptionen in Kombination mit verschiedenen Spannmöglichkeiten für die Wälzfräser stellt sicher, dass jede Anwendung von den bestmöglichen Schneidwerkzeuglösungen profitieren kann, jetzt und in Zukunft. Für das Trockenfräsen sind beispielsweise die neuesten G60-, G90- oder Hartmetall-Wälzfräsubstrate ideal. Verschiedene Optionen zur Spanabfuhr sorgen dafür, dass trockene, heiße Späne den hochproduktiven Zerspanungsprozess nicht beeinträchtigen. Der CNC-Reitstock unterstützt das Spannen von scheiben- und/oder wellenförmigen Teilen von bis zu 450 mm Länge, wobei das schnelle, anpassungsfähige Quik-Flex® Horizontalspannsystem zum Einsatz kommt, das den Spannmittelwechsel in der Wälzfrässtation auf wenige

Minuten reduziert. Kurze Zykluszeiten und ein effizienter, fehlerfreier Betrieb sind auch das Ergebnis der GEMS-Wälzfrässsoftware, die das Einrichten und Umrüsten intuitiver und einfacher macht, sowohl beim Erlernen als auch bei der Bedienung. Die Bedienoberfläche GEMS bietet in Verbindung mit der aktuellen Sinumerik One Steuerung mehrere neue Prozessoptionen und führt den Bediener intuitiv durch die Arbeitsabläufe beim Wälzfräsen und Radialanfasen.

Wie alle Gleason-Maschinen der neuesten Generation wird auch die 100HCD durch Gleasons komplettes Fertigungssystem unterstützt, das Wälzfräser, Radialanfaswerkzeuge, modulare Spannvorrichtungen und einstellbare Greifer sowie Prozesstechnologie und fortlaufende Schulungen umfasst, um sicherzustellen, dass das System mit höchster Effizienz und optimaler Qualität produziert.

Die Option mit zwei Werkzeugen bietet mehr Flexibilität bei der Einstellung des Fasenwinkels, da hier Werkzeuge eingesetzt werden können, welche die unterschiedlich ausgeprägten stumpfen und spitzen Winkel von Zahnrädern mit hohen Schrägungswinkeln unabhängig voneinander bearbeiten können und so selbst spezifische Auslegungsanforderungen vor den nachfolgenden Hartbearbeitungsvorgängen erfüllen.

In beiden Fällen ist das radiale Anfasen schnell, effizient und hat keinerlei Auswirkungen auf die Span-zu-Span-Zeiten, da der Vorgang normalerweise zeitparallel zum Wälzfräsen weiterer Werkstücke durchgeführt wird.



In Verbindung mit der neuesten Siemens Sinumerik One führt Gleasons GEMS-Wälzfrässsoftware den Bediener intuitiv durch die Arbeitsabläufe der Maschine, sowohl beim Wälzfräsen als auch beim Radialanfasen.



Gottfried Klein
Direktor Produktmanagement
Weichbearbeitungslösungen

Der Antrieb zur NVH-Optimierung

Die Gleason KISSsoft- und GEMS-Auslegungssoftware sowie RecurDyn von FunctionBay arbeiten nahtlos zusammen, um die NVH-Eigenschaften von E-Achsen mit Hypoid-Getrieben erheblich zu verbessern.



Abb. 1: E-Achse mit Hypoid-Getriebe (Gleason Duplex), modelliert in KISSsoft.

Bei Spiralkegelrad- und Hypoid-Getrieben ermöglicht die Bogenverzahnung einen sanften und allmählichen Zahneingriff, wodurch die NVH-Eigenschaften (Noise, Vibration and Harshness) verbessert werden. Die NVH-Optimierung von Kegelradgetrieben für die hohen Standards, die von heutigen Elektrofahrzeugen verlangt werden, ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Das Geräuschverhalten von Kegelrädern wird durch den Weichbearbeitungs-

prozess und nachgelagerte Prozesse sowie durch die Verlagerungen im Betrieb beeinflusst. Während eine erhebliche Verbesserung der NVH-Eigenschaften durch eine geschickte Wahl der Makrogeometrie der Verzahnung bereits in der Auslegungsphase erreicht werden kann, stellt diese Optimierung der Mikrogeometrie für den Getriebekonstrukteur eine große Herausforderung dar. Unter optimaler Verwendung von Softwaretools kann eine Auslegung,

die den bestmöglichen Kompromiss zwischen ausreichender Tragfähigkeit und akzeptablem Geräuschpegel bietet, durch die Simulation der Schwingungsanregung und der Reaktion auf das Gesamtsystem erreicht werden.

Im Folgenden zeigen wir, wie KISSsoft®- und GEMS-Getriebeauslegungsprogramme in Kombination mit RecurDyn® von FunctionBay verwendet werden können, um ein optimales Ergebnis zu erzielen.

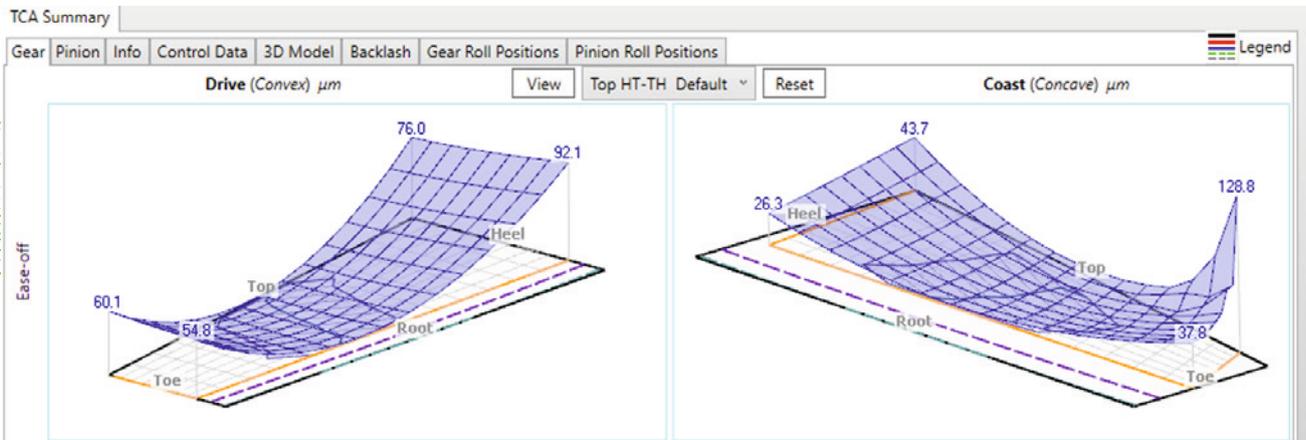


Abb. 2: Ease-Off angewendet auf die Hypoidräder in Gleason GEMS.

E-Achse mit Hypoid-Getriebe

In dieser Fallstudie handelt es sich um ein Getriebe einer Achse eines Elektrofahrzeugs. Die Antriebswelle wird von einem Permanentmagnet-Synchronmotor angetrieben und die Abtriebsstufe ist in das Differentialgehäuse integriert.

Die Auslegung und Optimierung der Makrogeometrie, wie Zahnzahl sowie Spiral- und Eingriffswinkel der Hypoidräder, werden in der Auslegungsphase in KISSsoft festgelegt. Kriterien für die Optimierung sind die Sicherheitszahlen, Axial- und Radialkräfte auf die Lager, Wirkungsgradanforderungen, Lastkollektive und vieles mehr.

Für die Optimierung der Mikrogeometrie wird die Ease-Off-Topografie der Zahnflanken mit der leistungsstarken Softwareplattform GEMS von Gleason verwendet. Der Ease-Off besteht aus Zahnflankenmodifikationen (Profil- und Längsballigkeiten, Flankenverschränkung und Zusatzbewegungen höherer Ordnung), die auf die Zahnoberflächen von Ritzel und Rad angewendet werden. Die Ease-Off-Topographie der Kegelräder ist in Abb. 2 dargestellt.

Parameter für Kegelradverlagerungen

Die Abdrängungen von Ritzel und Tellerrad führen zu einer Verlagerung des Tragbildes und beeinflussen das Getriebegeräusch. In Bezug auf die Änderung des Ritzeleinbaumasses H führt eine Erhöhung des Einbaumasses zu einer Tragbildverlagerung in Richtung des Tellerradkopfes, während eine Reduzierung das Tragbild in Richtung des Tellerradfußes verlagert.

Mit GEMS wird eine Kontaktanalyse unter Last durchgeführt, wobei das Ritzeleinbaumass variiert wird. In Abb. 3 ist die deutliche Veränderung der Tragbildlage zu sehen.

Mehrkörpermodellierung der E-Achse

Für die dynamische Analyse wird ein Mehrkörpermodell erstellt. In der vorliegenden Studie wurde das Penalty-Verfahren gewählt. Das Penalty-Verfahren ermöglicht die Berechnung der Kontaktkraft in Abhängigkeit von der Eindringtiefe der beiden Körper in Kontakt. Die Kontaktkraft wird als das Produkt aus der Kontaktsteifigkeit, multipliziert mit der Eindringtiefe, und der Dämpfung, multipliziert mit der Relativgeschwindigkeit der beiden Körper in Kontakt, berechnet.

Bei der Modalanalyse werden die Eigenschaften eines dynamischen Systems in Bezug auf Eigenfrequenzen, Dämpfungsfaktoren und Modenformen ermittelt und zur Formulierung eines mathematischen Modells

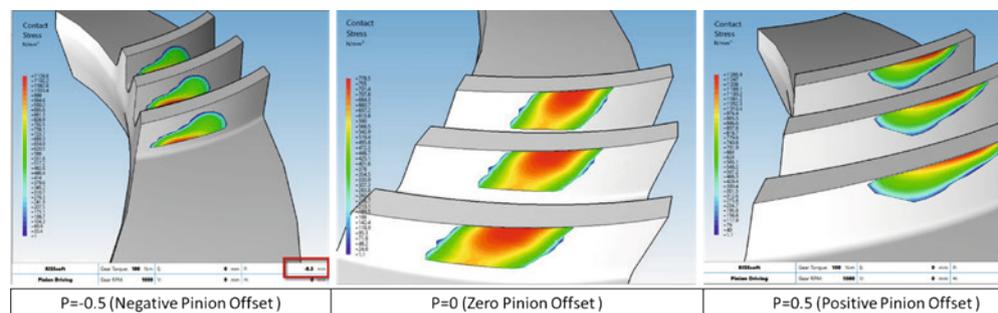


Abb. 3: Tragbildlage in Abhängigkeit vom Ritzeleinbaumass. Ergebnisse aus GEMS.

verwendet, welches das dynamische Verhalten des Systems beschreibt. Nach der Durchführung der Zahnkontaktanalyse unter Last werden die resultierenden Schwingungsanregungen auf das Gehäuse übertragen. In RecurDyn wird die Reaktion des Gehäuses auf die Anregung mithilfe eines FEM-Modells (Finite-Elemente-Methode) des Systems berechnet.

NVH-Analyse der E-Achse mit Änderung des Ritzeinbaumasasses

Nun werden Simulationen durchgeführt, um den Einfluss von positiven und negativen Einbaumasänderungen ($\pm H$) auf das Schwingungsverhalten des Systems zu bewerten. Dabei werden fünf Szenarien betrachtet:
 $H = 0$ mm (Neutrale Position),
 $H = \pm 0,1$ mm, $H = \pm 0,5$ mm.

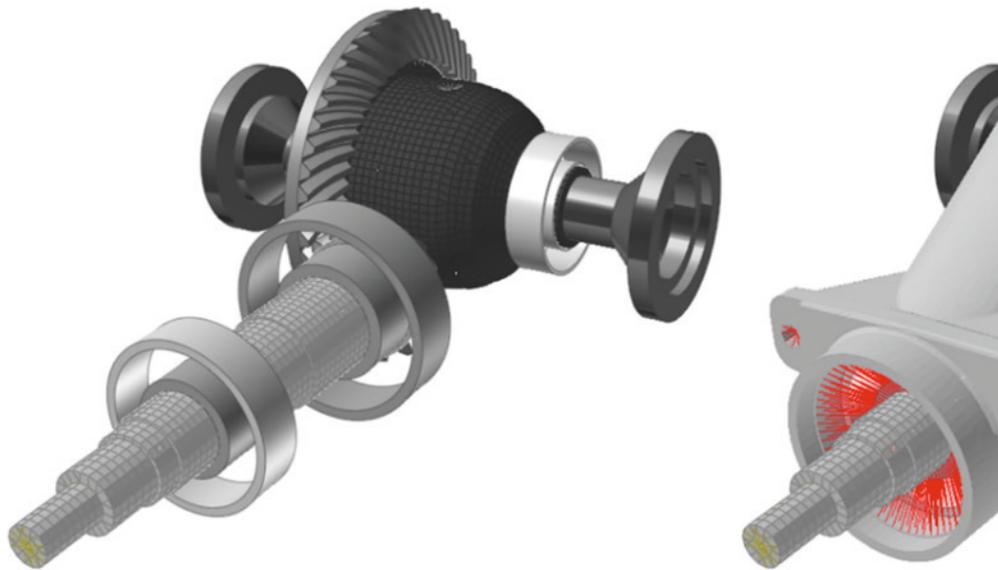


Abb. 4: Links: FEM-Modell des Antriebstranges. Rechts: FEM-Modell des Getriebes inklusive Gehäuse. Modell in RecurDyn, basierend auf KISSsoft Daten.

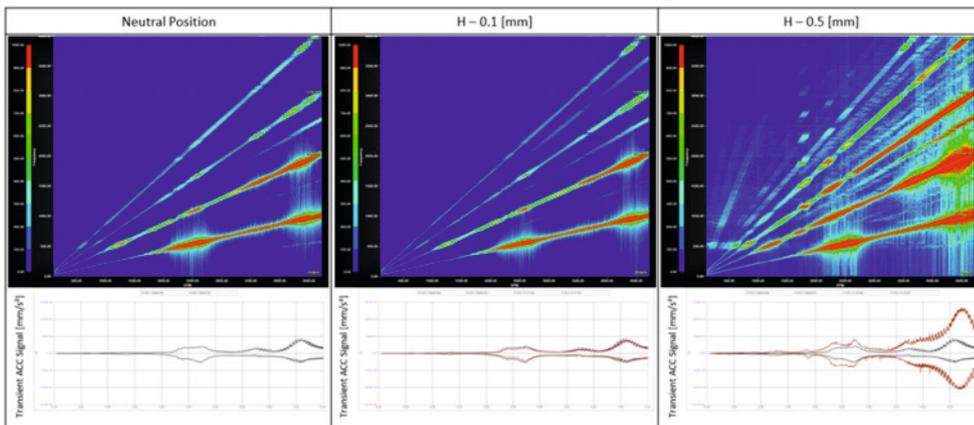


Abb. 5: Campbell-Diagramm der Beschleunigung am Kontrollpunkt – positives Ritzeinbaumass.

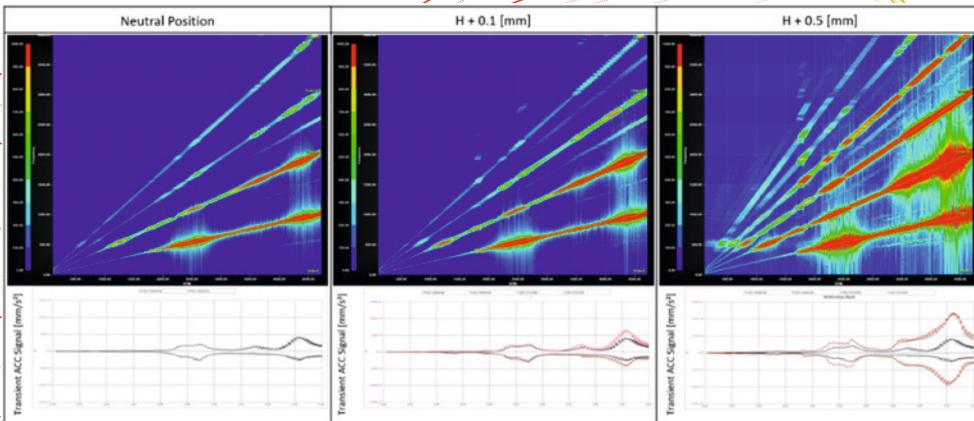


Abb. 6: Campbell-Diagramm der Beschleunigung am Kontrollpunkt – negatives Ritzeinbaumass. Man beachte die Veränderungen in der Intensität der roten Bereiche im Diagramm (Ergebnisse aus RecurDyn).

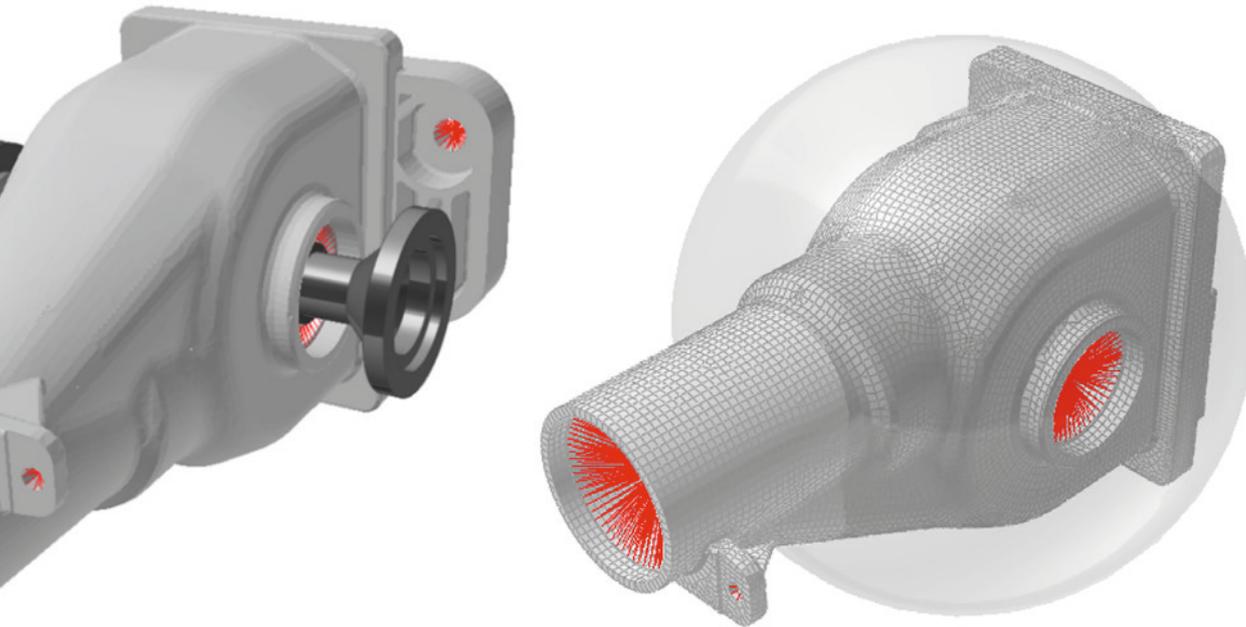


Abb. 7: Sphärischer Raum, für die Schalldruckpegelberechnung in RecurDyn.

H+ / H- Verschiebung des Ritzels					
Einbaumass	-0,5 [mm]	-0,1 [mm]	Neutrale Position	+0,1 [mm]	+0,5 [mm]
Schalldruckpegel	+4,37 [dB]	-2,0 [dB]	±0,0 [dB]	+1,77 [dB]	+5,06 [dB]

Abb. 8: Schalldruckpegel in Abhängigkeit des Ritzel einbaumasstes.

Die Beschleunigungsaufnehmer werden in der Regel an den ausgewählten Messpunkten des Gehäuses angebracht. Die Ergebnisse, bezogen auf einen Beschleunigungsaufnehmer am Gehäuse, und die Beschleunigungen, normal zur Oberfläche, sind in den Campbell-Diagrammen in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt.

Berechnung des Schalldrucks

Zum Vergleich der Ergebnisse auf der Grundlage des abgestrahlten Schalldruckpegels können FEM- oder BEM-Methoden auf der Grundlage der in der Mehrkörpersimulation erzeugten Ergebnisse für die Nahfeld- und sogar Fernfeldanalyse des Luftschalls mit RecurDyn angewendet werden. Zunächst wird der Schalldruckpegel (SPL) auf einer das System einhüllenden Kugel berechnet. Dann werden

Anregung, Gehäuseantwort und Schalldruckpegel auf der Kugel für verschiedene H-Werte berechnet – die daraus resultierenden Änderungen des Schalldruckpegels sind oben dargestellt.

Zusammenfassung

Mit Hilfe von KISSsoft, GEMS und einer Mehrkörper Simulationssoftware kann das NVH-Verhalten einer E-Achse mit einem Hypoid-Getriebe in der Auslegungsphase bewertet werden. Die Kombination dieser drei Werkzeuge ermöglicht es Getriebebaukonstruktoren die Auswirkungen von zu erwartenden Montagefehlern und Verlagerungen unter Last auf die NVH-Eigenschaften der E-Achse schnell zu bewerten und Änderungen vorzunehmen, um die Geräusch-anregung zu minimieren.



Jürg Langhart
Direktor Global Sales
KISSsoft Produkte



**Erfahren Sie mehr
über KISSsoft**

Zukunftsweisend: Immer einen Tritt voraus

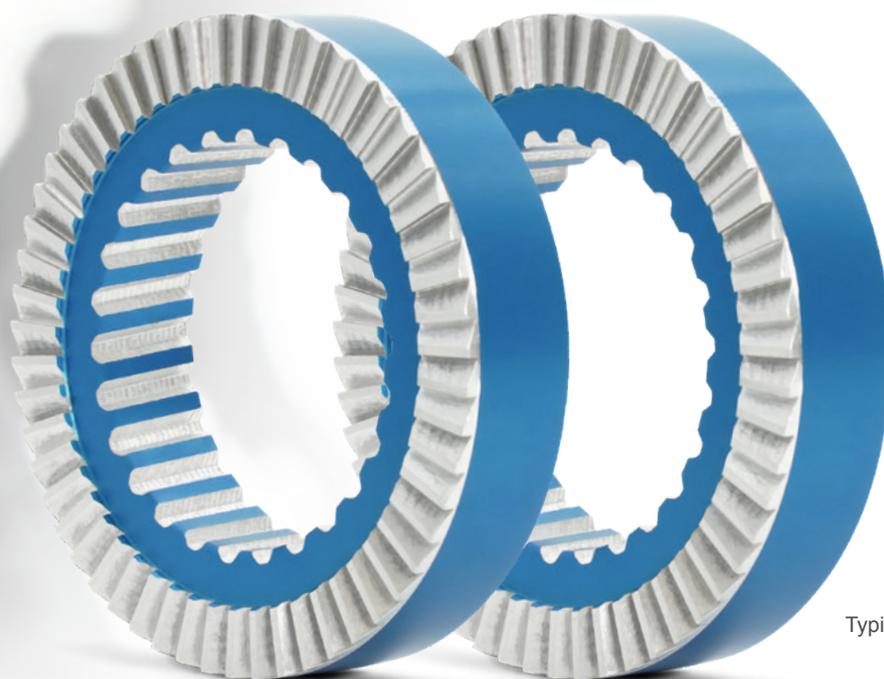
Der Einstieg in die E-Bike-Welt ist jetzt noch einfacher geworden: Gleasons 100PS Power Skiving Maschine vereint mehrere Verzahnungs- und Zusatzprozesse auf einer einfach zu bedienenden Maschinenplattform. Das ideale System für die komplette E-Bike-Verzahnungsfertigung.

Argumente für E-Bikes sind so einfach zu finden wie es das Fahren selbst ist. Sie eignen sich perfekt für Fahrten in einer verkehrsreichen Stadt oder für die Unterstützung bei einem schwierigen Anstieg in den Bergen. Sie sind emissionsfrei, effizient und machen Spaß. Kein Wunder, dass etwa die Hälfte der heute in Deutschland verkauften Fahrräder E-Bikes sind. Selbst in den USA, in denen das Auto das Hauptverkehrsmittel darstellt, boomt der Verkauf: Im letzten Jahr stieg dort der Absatz von E-Bikes um 240%, auch unterstützt durch attraktive, neue Modelle.

Die neuesten E-Bikes sind einfach zu fahren, basieren aber auf einer hochentwickelten Technik. Sie sind mit fortschrittlichen Antriebstechnologien ausgestattet, die ein sanftes, leises und effizientes Fahrgefühl vermitteln. Die Zahnräder, die die elektrische Energie auf die Kette übertragen, sind klein, hochpräzise und es gibt sie in verschiedenen Ausführungen und Größen. Verschiedene Zahnräder erfordern unterschiedliche Bearbeitungsprozesse, um optimale Produktivität und Qualität zu erzielen – und genau dafür gibt es jetzt eine Maschine.

100PS: Eine Plattform, mehrere Prozesse

Power Skiving ist das ideale Verfahren für das Weich- und auch das Hartwälzschälen von Innenverzahnungen und kleinen E-Bike-Außenverzahnungen mit Störkonturen, die sich nicht ohne weiteres wälzfräsen lassen. Während Power Skiving in der Vergangenheit eine vielversprechende, aber schwierig umzusetzende Alternative zum Wälzstoßen war, ist es heute bei zylindrischen Zahnrädern weit verbreitet. Neben ausgezeichneter Qualität ist Power Skiving wesentlich produktiver als das Wälzstoßen, solange die Werkstückkonturen den Einsatz erlauben.



Typische E-Bike-Werkstücke.

Die 100PS, das jüngste Beispiel einer universellen Verzahnmaschine, ist die kleinste Maschine in der Power Skiving-Familie von Gleason und eine ideale Lösung für E-Bike- und EV-Verzahnungen. Darüber hinaus dient die 100PS auch als hervorragende Plattform für das Wälzfräsen und verfügt über eine außerordentlich steife Grundkonstruktion, die bereits bei mehr als 1.000 ausgelieferten horizontalen Wälzfräsmaschinen weltweit eingesetzt wird.

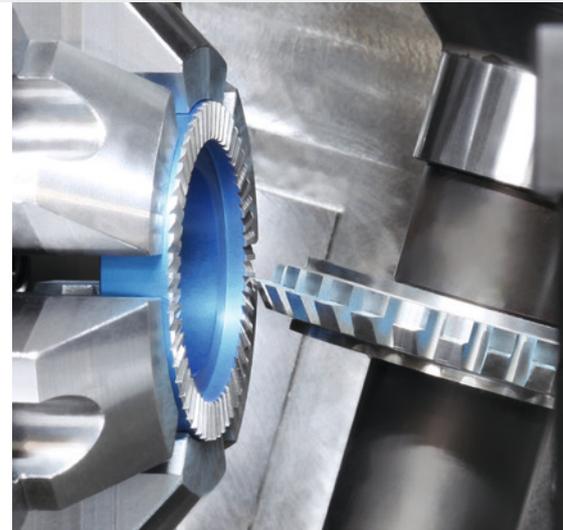
In der Version als Power Skiving-Maschine ist die 100PS ideal für die wirtschaftliche Herstellung von Zahnrädern mit Störkonturen und Innenverzahnungen bis zu einem Modul von 2,5 mm geeignet. Durch die horizontale Werkstückachse der 100PS ist die Maschine auch für wellenförmige Werkstücke prädestiniert. Bei Außenverzahnungen mit geringem Platz für den Werkzeugauslauf kann das Power Skiving sogar die produktive Lücke zum Wälzfräsen schließen, da Wälzfräsern mit sehr kleinen Durchmessern oftmals wirtschaftliche Grenzen gesetzt sind.

Für außenverzahnte Zahnräder, bei denen das Wälzfräsen zumeist eine höhere Produktivität ermöglicht, kann die 100PS schnell und einfach in wenigen Minuten von der Power Skiving-Konfiguration auf das Wälzfräsen umgerüstet werden. Nach der schnellen Installation eines Gegenlagers für zusätzliche Steifigkeit wird das Schälwerkzeug durch einen Wälzfräser ersetzt, Sperrluft wird angeschlossen und die Aufspannung wird je nach Anwendung gewechselt.

Darüber hinaus kann auf der 100PS auch nach der Wärmebehandlung das Schälwälzfräsen als Hartfeinbearbeitung durchgeführt werden. Weiterhin bietet die Maschine die Möglichkeit,

Schnecken zu fräsen und mit einem Profilfräser können sogar Stirnverzahnungen hergestellt werden.

Durch die Kombination von Power Skiving und Wälzfräsen auf ein- und derselben Maschine ist die 100PS auch eine ideale Lösung für die Herstellung von gestuften Doppelplaneten, wie sie in Planetengetrieben von EV-Antrieben zum Einsatz kommen. Mit Power Skiving kann das kleinere Zahnrad trotz Störkonturen bearbeitet werden, während das größere der beiden Zahnräder auf derselben Maschine effizient wälzgefräst werden kann. Zusätzlich kann die 100PS mit einer integrierten Anfas-/Entgratstation für Außenverzahnungen ausgestattet werden. Das Anfasen – mit dem schneidenden Verfahren „Radial Chamfering“ trägt dazu



Fräsen einer Stirnverzahnung.

bei, die Effizienz der Hartfeinbearbeitung zu erhöhen und Kantenträger zu vermeiden. Für Innenverzahnungen verfügt die 100PS über eine patentierte Entgrateinheit, die über



Die 100PS Power Skiving-Maschine ermöglicht mehrere Prozesse auf einer Plattform.



Wälzschalen einer Innenverzahnung.

zwei CNC-Achsen programmiert und auch für leichte Drehbearbeitungen verwendet werden kann. Das Schlichten eines Durchmessers in der gleichen Aufspannung wie die Verzahnungsbearbeitung erhöht die Lagegenauigkeiten.

Für die Produktion mittlerer und großer Stückzahlen stehen mehrere Optionen für die Automatisierung der Maschine zur Verfügung. Die interne Beladung erfolgt über ein Portal, während Paletten- oder Korbsysteme für die Speicherung der Teile vor und nach der Bearbeitung eingesetzt werden können, wodurch die Maschine zu einer vollautomatischen Produktionszelle wird.

Prozessoptimierung

Mit Gleasons Power Skiving-Technologie- und Simulationssoftware lässt sich der gesamte Zerspanungsprozess leicht simulieren und die effektivste Prozessstrategie bestimmen. Die Software kann den Einfluss verschiedener Schneidwerkzeuggeometrien und Prozessparameter auf Spanbildung, Verzahnungsqualität, Kollisionen und Zykluszeit analysieren. Auch können die Gesamtkosten pro Zahnrad

berechnet werden, wobei die optimale Werkzeugauslegung, die Kosten für ein neues Werkzeug oder das Nachschärfen bestehender Werkzeuge in Kombination mit der zu erwartenden Werkzeuglebensdauer berücksichtigt werden. Die Auslegung von Power Skiving-Werkzeugen basiert immer auf einer Simulation und den technologischen Anforderungen.

Alles aus einer Hand

Als Anbieter von Komplettlösungen für die Zahnradherstellung ist Gleason auch der Ansprechpartner für die produktivsten Power Skiving-Werkzeuge und Wälzfräser. Gleason-Maschinen sind für den Einsatz der modernsten und produktivsten Schneidwerkzeuge bestens geeignet. HM-Schälwerkzeuge werden aus hochwertigem Hartmetall hergestellt und verfügen über die neuesten Beschichtungen für maximale Produktivität und Standzeiten, sowie qualitativ hochwertige Verzahnungen.

Hartmetallwälzfräser von Gleason sind ebenfalls für ihre Verschleißfestigkeit und damit lange Standzeiten bekannt. Diese Werkzeuge sind so konzipiert, dass sie die Verzahnung mit außergewöhnlich hoher Präzision und Genauigkeit bearbeiten.

Je nach Anwendung sind auch Power Skiving-Werkzeuge und Wälzfräser aus PM-HSS in Kombination mit der entsprechenden Beschichtung erhältlich.

Geschlossener Produktions- und Messkreislauf

Die Gleason-Software KISSsoft kann zusätzlich zur Optimierung des gesamten Auslegungs-, Fertigungs- und Messprozesses eingesetzt werden. In Verbindung mit einem Gleason-Messzentrum kann KISSsoft das NVH-Verhalten des gefertigten Zahnrad analysieren und feststellen, wie Bearbeitungsabweichungen

das Kontaktverhalten unter Last beeinflussen, danach können die Schwingungseigenschaften des gefertigten Zahnrad mit dem ausgelegten Zahnrad verglichen werden, um Anpassungen vorzunehmen.

Der gesamte Optimierungsprozess kann nahtlos im „Smart Loop“ von Gleason ablaufen, um den Produktionsprozess zu optimieren. Durch die direkte Vernetzung der 100PS mit einem Gleason GMS®-Messzentrum können Messergebnisse und die daraus resultierenden Korrekturmaßnahmen schnell, genau und auch automatisiert durchgeführt werden.



Wälzfräser und PS-Werkzeug für hohe Präzision und Genauigkeit.



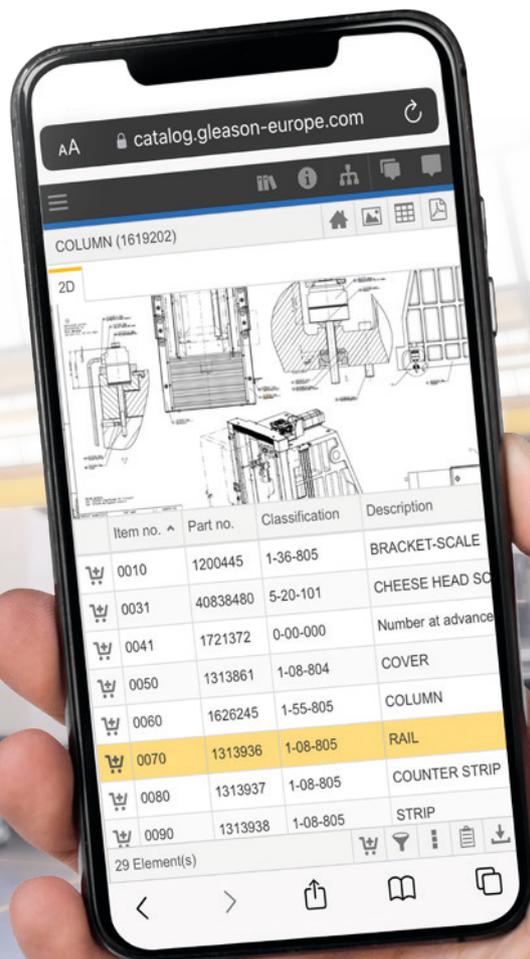
Raymond Graf
Geschäftsführer
Gleason Switzerland AG

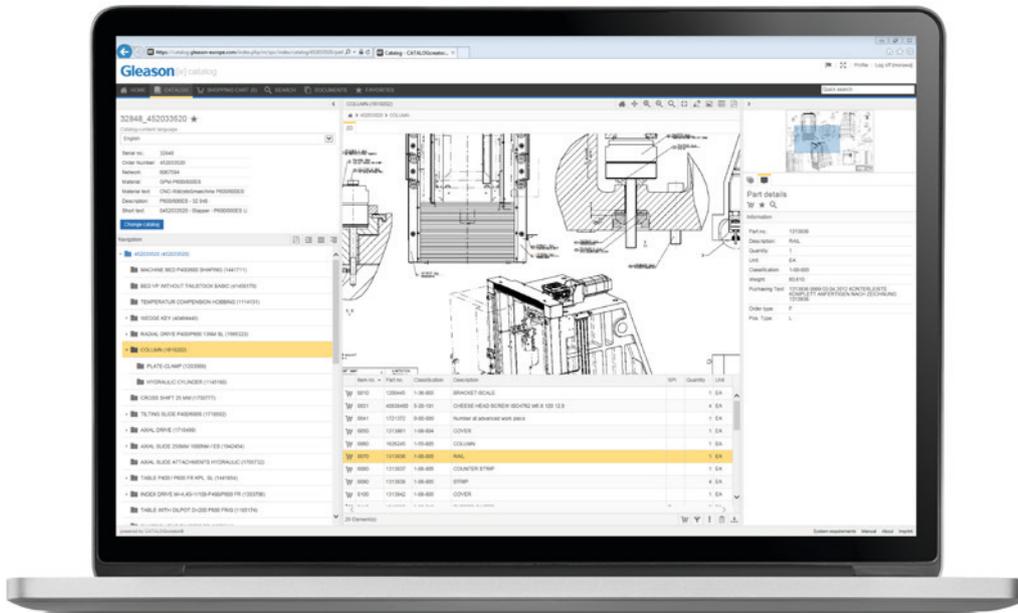
Gleason [e] Catalog

Digitalisierung von Dienstleistungen

In den letzten Jahren hat die Digitalisierung bei der Wartung und Instandhaltung von Werkzeugmaschinen zunehmend an Bedeutung gewonnen. Die Vorteile, welche die Digitalisierung in diesem Bereich bietet, sind vielfältig und können dazu beitragen, die Effizienz und Produktivität von Maschinen zu steigern. Mit den Produkten der Gleason-Connect-Familie sind viele Lösungen verfügbar.

Weitere Informationen
zum Gleason Service





Ein wesentlicher Aspekt der Maschinenwartung ist die Ersatzteilbeschaffung. Die digitale und schnelle Identifizierung der benötigten Ersatzteile, ein effizienter Anfrageprozess und eine unkomplizierte Bestellabwicklung sind der Schlüssel zur Reduzierung von Leerlaufzeiten. Die neueste Entwicklung, die Gleason-Kunden jetzt zur Optimierung ihrer Geschäftsprozesse nutzen können, ist der elektronische Ersatzteilkatalog, der "Gleason [e] Catalog". Mit der Entwicklung und Einführung dieser Plattform wird der Ersatzteilbeschaffungsprozess optimiert und der Prozess als Vorstufe zum E-Commerce grundlegend vereinfacht.

Der cloud-basierte, elektronische Ersatzteilkatalog erweitert das digitale Service-Informationsangebot. Der Gleason [e] Catalog bietet einen Ort- und Zeit-unabhängigen Zugriff auf alle relevanten Daten und Unterlagen, die für die Ersatzteilidentifikation, Wartung, Anfrage und Bestellung von Teilen für Gleason-Maschinen

notwendig sind. Nutzer greifen online über eine intuitive Menüstruktur auf umfangreiche Übersichtszeichnungen, Stücklisten und Bestelldokumente vieler Gleason-Maschinen zu. Leistungsstarke Such- und Hotspot-Funktionen erleichtern die Identifikation und erhöhen die Treffsicherheit bei der Auswahl der benötigten Teile. Aus dem Warenkorb mit der kundenspezifischen Auswahl kann direkt eine Angebotsanfrage generiert werden, um den Angebotsprozess zu beschleunigen und das Risiko von Maschinenausfallzeiten deutlich zu reduzieren.

Darüber hinaus hilft der Gleason [e] Catalog dabei, die Umwelt zu schonen: durch die Digitalisierung der Servicewelt wird erheblich Papier und Druckfarbe eingespart und somit gleichzeitig der CO₂-Fußabdruck verbessert. Der Gleason [e] Catalog ist für viele Gleason-Maschinenmodelle verfügbar und kann auf fast jedem mobilen oder stationären Endgerät verwendet werden.

Highlights

- Cloud-basierter Zugang 24/7 weltweit.
- Zugriff über Smartphone/Tablet direkt an der Maschine.
- Übersichtszeichnungen, Stücklisten, Bestelltexte und Dokumentation online abrufbar.
- Aufwändiges Suchen in Papierkatalogen entfällt.
- Schnelle und treffsichere Identifikation von Teilen.
- Warenkorb mit Exportfunktion für vereinfachte und schnelle Anfragen.



Sven Stark
Bereichsleiter
Aftersales Service

Hartfeinbearbeitung mit höchster Präzision



Die Gleason „Pitch Line“ Teilkreis-Spannaufnahme verbessert die Genauigkeit beim Drehen und Schleifen der Bezugsflächen von Kegelrädern und zylindrischen Verzahnungen erheblich und bietet gleichzeitig eine beispiellose Zuverlässigkeit.

Wärmebehandlung und nachfolgende Bearbeitungen können oft zu unerwünschten Abweichungen bei kritischen Verzahnungsmerkmalen führen, wie zum Beispiel Rund- und Planlauf Fehlern und anderen Verformungen, die korrigiert werden müssen. Oftmals sind Nachbearbeitungen der Verzahnung aber komplex, kostenintensiv oder schlichtweg nicht mehr möglich. Anstelle der Nachbearbeitung der Verzahnung können radiale und axiale Bezugsflächen durch Hartdrehen oder Schleifen bearbeitet werden.

Richtig Spannen am Teilkreis

Für die Spannmittel, die bei Bearbeitungsverfahren wie Hartdrehen und Schleifen eingesetzt werden, stellt dies jedoch eine Herausforderung dar: Wie positioniert man das Werkstück am besten auf dem Teilkreisdurchmesser der Verzahnung als Referenz,

so dass Nachbearbeitungen durchgeführt werden können, um Rund- und Planlauf Fehler, die zwischen Referenzfläche und Verzahnungsteilkreis auftreten können, auszugleichen? Für diesbezügliche Arbeitsgänge sowie spätere Nachbearbeitungen und Prüfungen können „Pitch Line“ Teilkreis-Spannaufnahmen eingesetzt werden. Pitch Line Spannaufnahmen sind so ausgelegt, dass sie sich am Teilkreisdurchmesser der Verzahnung ausrichten. Der Teilkreisdurchmesser ist der primäre Bezugspunkt, um die Verzahnungsgenauigkeit zu spezifizieren. Er bezieht sich auf den Referenzkreis zweier im Eingriff befindlicher Zahnräder, welcher für beide Zahnräder identisch sein muss, wenn diese ineinandergreifen sollen. Die Verzahnung wird auf dem Teilkreisdurchmesser positioniert. So kann durch eine Bearbeitung eine minimale Rundlaufabweichung an

diesen Referenzpunkten im Verhältnis zum Teilkreisdurchmesser des Zahnrads und -ritzels hergestellt werden.

Pitch Line – die nächste Generation

Gleasons Pitch Line bietet erhebliche Verbesserungen gegenüber bisher verfügbaren Spannlösungen. Pitch Line wurde für Bearbeitungsergebnisse mit einer durchschnittlichen Rundlaufgenauigkeit von bis zu 13 μm zur Teilungslinie entwickelt und ermöglicht wiederholbare Genauigkeiten unter 5 μm , abhängig vom jeweiligen Bearbeitungsprozess. Wird die Teilkreis-Spannaufnahme z. B. zum Schleifen mit einem Aufmaß von 0,1 mm pro Zahnradflanke verwendet, wäre eine Rundlaufgenauigkeit von 13 μm zu den Lageranlageflächen ausreichend. Wird diese jedoch zum Hartdrehen ohne anschließende Schlicht- oder Läppbearbeitung verwendet, sind 5 μm anzustreben.

Zur Optimierung von Festigkeit, Genauigkeit und Verschleiß sind die Teilkreis-Spannelemente der Pitch Line Spannaufnahme so konstruiert, dass hochpräzise Kugelbolzen senkrecht zum Verzahnungsdurchmesser stehen. Dies bietet erhebliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Teilkreis-Spannaufnahmen, bei denen die Bolzen parallel zur Werkstückachse angeordnet sind, was zu einer Einschränkung der radialen Genauigkeit und Steifigkeit der Zentrierfunktion führt. Bei Verzahnungen mit einem Schrägungswinkel von z. B. 20° können die Kräfte nicht in axialer Richtung der Bolzen gerichtet werden. Dies führt dazu, dass sich die Spannkraft senkrecht zum Bolzen auf 94 Prozent und senkrecht zum Schrägungswinkel in axialer Bolzenrichtung auf nur 34 Prozent reduziert. Die hohe Vertikalkraft führt schließlich zum übermäßigen Verschleiß der Bolzenbuchsen und zum Verbiegen der Bolzen. Auch wenn dieser Verschleißeffekt bei Zahnkränzen geringer ist, so treten mit der Zeit auch bei diesen Anwendungen ähnliche Genauigkeits- und Verschleißprobleme des Spannmittels auf.



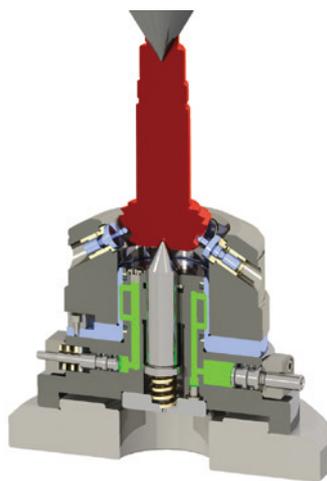
Mögliche Bearbeitungsbereiche auf dem Kegelrad-Werkstück.

Pitch Line für verschiedene Anwendungen

Pitch Line Spannaufnahmen können so konstruiert werden, dass sie den Anforderungen einer Vielzahl von Spannanwendungen entsprechen: mechanisch oder hydraulisch betätigt, mit Reitstockantrieb, kompatibel mit Schnellwechseleinheiten, mit federbelastetem Vorzentriermechanismus und mit mechanisch betätigten Spannpratzen.

Die empfohlenen Spannkonzeppte hängen vom jeweiligen Bearbeitungsprozess ab. Zum Beispiel benötigt eine Welle, die von einem Reitstock mit federbelasteten Zentren in einer Pitch Line Spannvorrichtung gehalten wird, keine Spannpratzen auf der Verzahnung selbst, um das Werkstück in Position zu halten. Spannpratzen werden häufig für ein Stirnrad verwendet, wenn das Verfahren die Bearbeitung der Bohrung und der Montagefläche erfordert. Die Konstruktion definiert das effektive Spannsystem für Ihre verschiedenen Verzahnungen unter Berücksichtigung aller Projektparameter.

Bei Anwendungen, die ein häufiges Umrüsten auf verschiedene



Einspannung einer Kegelradwelle in die Vorrichtung (Version mit hydraulischem Schnellwechssystem).

Werkstücke erfordern, erleichtert der Einsatz von Schnellwechselsystemen in Verbindung mit einer Pitch Line Spannaufnahme die Arbeit des Bedieners und reduziert die Nebenzeiten. Dies ist eine ideale Lösung für Anwendungen, bei denen mehrere Werkstücke bearbeitet werden müssen und ein schnelles Umrüsten mit unterschiedlichen Spannaufnahmen erforderlich ist. In diesem Fall wird eine Schnellwechsel-Grundeinheit mit entsprechendem Innendurchmesser montiert, die alle benötigten Spannaufnahmen aufnehmen kann, die wiederum in wenigen Minuten mit nur einem Werkzeug ausgewechselt werden können.

Gleason Pitch Line Spannaufnahmen eignen sich für eine breite Palette von Verzahnungen: Kegelräder und -ritzel, zylindrische Verzahnungen und wellenförmige Teile.



Weitere Informationen
und Animationsvideo



Robert Peyr
Direktor Produktmanagement
Global Services



重庆永达精密机械有限公司

Chongqing Winstar Precise Machinery Co.,Ltd.



Flüsterleise E-Getriebe

Mit Gleason-Hontechologie produziert Chongqing Winstar jährlich über 10.000.000 hochpräzise, ultraleise Verzahnungen für E-Getriebe.

Gemäß der China Association of Automobile Manufacturers (CAAM), werden Produktion und Verkauf von New Energy Vehicles (NEV) in China im Jahre 2024 erstmals die 10-Millionen-Marke überschreiten, was einer Wachstumsrate von 22% im Vergleich zum Jahr 2023 entspricht. China ist zum Hauptschauplatz des globalen Wettbewerbs bei NEVs geworden: mehr als die Hälfte aller Elektroautos der Welt werden inzwischen in China produziert, wobei drei der vier größten Hersteller in der Elektromobilität chinesische Produzenten sind.

Ein wichtiger Zulieferer für die größten chinesischen EV-Hersteller, darunter BYD, SAIC und Changan Automobile, ist der Präzisionsgetriebehersteller Chongqing Winstar. Chongqing ist eine moderne Metropole am Zusam-

menfluss der Flüsse Jangtse und Jialing im Südwesten Chinas mit über 30 Millionen Einwohnern.

Das 1999 gegründete Unternehmen Chongqing Winstar entwickelte sich schnell zu einem bekannten und hoch angesehenen Hersteller von Verzahnungen für konventionelle Schalt- und Automatikgetriebe.

Im Laufe der letzten sechs Jahre hat Chongqing Winstar kontinuierlich in neue Fertigungskapazitäten für E-Getriebeverzahnungen investiert, um den besonderen Qualitäts- und Geräuschanforderungen an EV-Getriebe zu entsprechen. Die letzte Investition: Ein Großauftrag für 260HMS Verzahnungshonmaschinen und 350GMS Verzahnungsmesszentren. Heute fertigt Chongqing Winstar

pro Jahr viele Millionen hochpräzise und extrem leise Verzahnungen für die nächste Generation von Elektrofahrzeugen.



Power-Honen: Geschwindigkeit und Präzision

Wurde das Honen in der Vergangenheit als Prozess nach dem Schleifen zur weiteren Verbesserung der Oberflächenrauheit der Zahnflanken eingesetzt, ohne wesentlichen Materialabtrag, so hat sich mit der Entwicklung einer neuen Generation steifer Honmaschinen mit direkt angetriebenen Spindeln und hochproduktiven keramischen Honwerkzeugen das „Power-Honen“ als eigenständige Endbearbeitungslösung durchgesetzt, die dem Zahnradschleifen ebenbürtig, oder sogar überlegen ist. Es ist nun möglich nach dem Härten direkt zum Honen überzugehen.

„Für EV-Verzahnungen ist das Honen besonders vorteilhaft, da gehobene Komponenten aufgrund ihrer spezifischen Oberflächenstruktur ein besseres Geräuschverhalten aufweisen als die geschliffene Alternative“,

sagt Dr. Antoine Türich, Direktor Produktmanagement Hartbearbeitungslösungen. „Das Zahnradhonen ist zudem ein geeignetes Verfahren für die Bearbeitung von Zahnrädern mit Störkonturen, wie z. B. von Stufenrädern in Planetengetrieben, die häufig in Elektrofahrzeugen eingesetzt werden.“

“ Es werden nur 10 Honmaschinen benötigt, um über 10.000.000 EV-Getriebezahnräder pro Jahr hart zu bearbeiten.

Gilbert Leutwiler, Verkaufsleiter, Gleason Switzerland AG

Die Entscheidung für den Kauf von Gleason-Honmaschinen war laut den Verantwortlichen von Chongqing Winstar das Ergebnis sorgfältiger Untersuchungen und Leistungstests vor Ort, bei denen eine Gleason 260HMS Verzahnungshonmaschine mit dem Wettbewerb verglichen wurde. Die Gleason-Maschine konnte in jeder Kategorie, einschließlich

Effizienz, Stückkosten, Lieferzeit und lokalem Service, besser abschneiden. Vor allem aber bestätigten die Tests die außergewöhnlich schnellen Zykluszeiten für ein breites Spektrum von Teilen mit Qualität DIN 4 (AGMA 12) bei einer Profilformabweichung ffa von weniger als zwei Mikrometer; ein wichtiges Verzahnungsmerkmal für geräuscharme Verzahnungen.

”

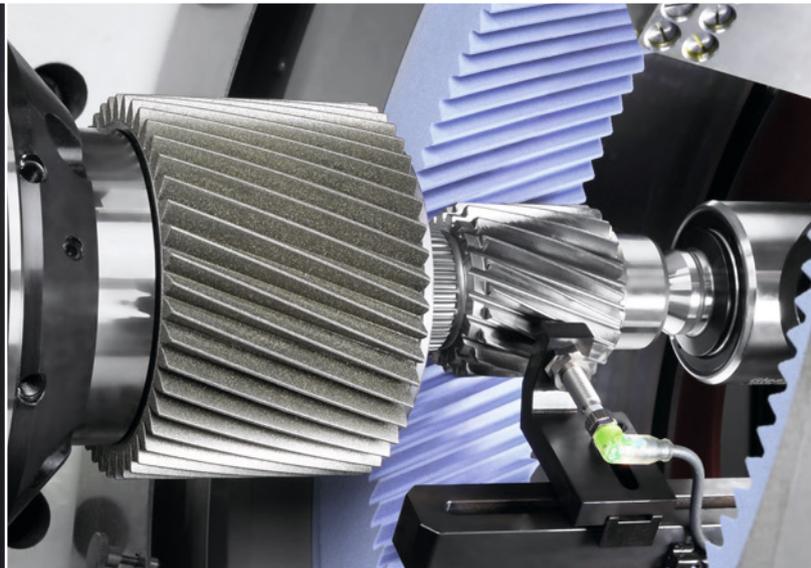
Der Auftrag basierte auf einer einfachen Rechnung: Wie viele Maschinen werden gebraucht, um jährlich mindestens 10.000.000 EV-Verzahnungen hartfein zu bearbeiten, mit einer

Boden-zu-Boden-Zeit von 38 bis 46 Sekunden, bei einem Betrieb von 22 Stunden pro Tag, sechs Tage die Woche? Gilbert Leutwiler, Verkaufsleiter der Gleason Switzerland AG, gab die Antwort: „Nur 10.“





Das Diamantabrichtrad wird direkt auf der Arbeitsspindel montiert, um die Nebenzeiten zu minimieren.



Der massive Reitstock und der hochpräzise Einmittsensor garantieren höchste Qualität.

Die perfekte Lösung für E-Getriebe

Wie sich durch die Tests bei Chongqing Winstar herausstellte, ist die Gleason 260HMS geradezu maßgeschneidert, um die Herausforderungen der EV-Verzahnungsproduktion zu meistern. Das neueste Modell der Gleason-Honmaschinen-Familie ermöglicht die hochproduktive und flexible Fertigung von Zahnrädern, Wellen und Stufenritzeln, mit hervorragender Oberflächenqualität bei minimalen Stückkosten.

Die einspindelige 260HMS verfügt über eine zusätzliche Schwenkachse (B-Achse) für Zahnflankenmodifikationen während des Fertigungsprozesses und einen integrierten Reitstock für Wellenlängen bis 450 mm. Damit eignet sich die Maschine für die Hartfeinbearbeitung von Rädern und Wellen mit einem Durchmesser von 20 bis 270 mm und Modul 6. Der besonders große Honringdurchmesser von 400 mm sorgt für hohe Schnittgeschwindigkeiten, hervorragende Standzeiten und deckt ein breites Werkstückspektrum ab. Die außergewöhnlich kurzen Boden-zu-Boden-Zeiten der 260HMS

werden durch eine schnelle Automation gewährleistet, die sowohl scheiben- als auch wellenförmige Teile handhaben kann. Die Werkstücke werden direkt vom Förderband aufgenommen und vom Hochgeschwindigkeitslader mit Doppelgreifer der Arbeitsspindel zugeführt: Ein Greifer entnimmt das fertige Werkstück, der zweite lädt das neue Teil in die Arbeitsspindel.

Optional kann die 260HMS mit einem Zweiflanken-Wälzprüfgerät ausgestattet werden. Das Zweiflanken-Wälzprüfgerät überwacht zuverlässig die Qualität der eingehenden Werkstücke und sortiert Werkstücke aus, die außerhalb der Toleranz liegen, um Überbeanspruchung oder gar Schäden am Honring zu vermeiden.

Das Diamantabrichtrad ist auf der Arbeitsspindel montiert, so dass das Abrichten unmittelbar durchgeführt werden kann, wenn es der Prozess erfordert. Dadurch werden die Nebenzeiten, die normalerweise mit einem separaten Ladevorgang verbunden sind, erheblich reduziert.

Das Abrichten der Honringe erfolgt gemäß einer berechneten Anzahl von Teilen, die auf der spezifischen Anwendung basiert.

Alle benötigten Werkzeuge einschließlich der Spannmittel, Honringe und diamantbeschichteten Abrichtrollen, werden von Gleason ausgelegt und gefertigt um sicherzustellen, dass sie den Anforderungen in jeder Anwendung gerecht werden.





“ Zusammen mit Gleason fertigen wir hochpräzise und leise Ritzel.

Herr Duan Hanhui, stellvertretender Direktor,
Chongqing Winstar Precise Machinery Co., Ltd.

”

Kombi-Honen

Die Gleason 260HMS kann auch für das Kombi-Honen ausgerüstet werden. Das einzigartige Verfahren ermöglicht es, zwei Verzahnungen auf einem Werkstück in einer Aufspannung zu bearbeiten. Dabei werden zwei unterschiedliche Honringe im Honkopf eingespannt. Diese hochproduktive Lösung erlaubt es, selbst die engen Toleranzen synchronisierter Stufenritzel in EV-Planetengetrieben zu erreichen.

Der Kombi-Honprozess kann auch für das Polierhonen oder „Super Finishing“ von Verzahnungen verwendet werden. Beim Polierhonen werden zwei Honringe mit unterschiedlichen Werkzeugspezifikationen für das Schruppen und Polieren einer Verzahnung eingesetzt.

Ein bewährtes Verfahren, der Systemansatz

Laut Gilbert Leutwiler ist die Fähigkeit von Gleason, ein komplettes System aus Maschine, Werkzeug und lokalem Service zu liefern, von entscheidender Bedeutung das Technologierisiko zu minimieren und den Erfolg des Gesamtprojekts zu gewährleisten: „Ein Honsystem dieser Art ist so konzipiert, dass der Bediener außer dem Be- und Entladen des Teilemagazins kaum etwas tun muss“, erklärt Leutwiler. „Der Prozess selbst wird von den Hontechnologie-Experten bei Gleason entwickelt und ist bereits in den Maschinen, den Honwerkzeugen und den Abrichtwerkzeugen „eingebaut“. Es ist ein bewährter Ansatz für das Honen von Verzahnungen. Wir entwerfen ein funktionierendes System und fügen die Anwendung des Kunden dann nahtlos in das System ein, so dass ein stabiler und hocheffizienter Produktionsprozess entsteht.“ Sowohl Leutwiler als auch der Kunde sind der Meinung, dass das außer-

gewöhnliche Anwendungs-Knowhow von Gleason und der lokale Werkzeugservice, der von Gleason China bereitgestellt wird, entscheidend dazu beitragen, dass Chongqing Winstar die ehrgeizigen Produktionsziele erfüllen kann.

Analytische Verzahnungsprüfung und Geräuschanalyse

Der Auftrag von Chongqing Winstar beinhaltet auch Verzahnungsmesszentren der 350GMS-Serie, die viele aktuelle Prüfmöglichkeiten in einer kompakten Plattform bieten. Neben der umfassenden Prüfung von Verzahnungen mit einem Durchmesser bis zu 350 mm und einer Wellenlänge bis zu 650 mm, können auch diverse Analysewerkzeuge zur Ermittlung von Zahnradgeräuschen und deren Ursachen eingesetzt werden, darunter die Zahnkontaktanalyse, die erweiterte Welligkeitsanalyse und die Kinematic Transmission Error Prediction Software (KTEPS).



Gilbert Leutwiler
Verkaufsleiter
Honmaschinen





重庆永达精密机械有限公司

Chongqing Winstar Precision Machinery Co., Ltd.



Chongqing Winstar

Das 1999 im Bishan-Distrikt von Chongqing, China, gegründete Unternehmen Chongqing Yongda Precision Machinery Co. Ltd. (Chongqing Winstar) hat sich zu einem der führenden Getriebehersteller Chinas entwickelt, spezialisiert auf die Herstellung von Getrieben für Kraftfahrzeuge und insbesondere Anwendungen der Elektromobilität.

Das Unternehmen beschäftigt heute mehr als 520 Mitarbeiter in seinem modernen, schnell expandierenden Werk, das nach ISO/TS 16949 und ISO 9001 zertifiziert ist.

Weitere Informationen unter:
<http://cqwinstar.cn>

Die Kraft hinter der Energie

Die Abkehr von fossilen Brennstoffen und der massive Ausbau von Wind- und Solaranlagen ist nur eine Seite der Medaille, wenn es um die Zukunft leistungsfähiger Netze geht. Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach Elektrizität rasant an, nicht nur, weil Mobilität und Wärme elektrisch werden, sondern auch, weil immer mehr Erdbewohner Strom zum Leben benötigen: Laut UN-Prognosen wird die Weltbevölkerung bis 2060 auf rund 10 Milliarden Menschen ansteigen. Damit mehr Strom fließt, braucht es ein Vielfaches an Leitungen und leistungsfähigere Transformatoren.

Als Experte für die Regelung von Leistungstransformatoren fertigt die Maschinenfabrik Reinhausen in Regensburg über 5.000 unterschiedliche Teile; ein Großteil davon sind Stufenschalter für die Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungstechnik.

Bei so vielen Teilen ist die Integration einer neuen Maschine in den Produktionsprozess eine große Herausforderung, vor allem, wenn es um den Ersatz einer einzelnen Maschine für eine bestimmte Technologie wie die Zahnradfertigung geht. Die bestehende Pfauter P253

Wälzfräsmaschine aus dem Jahr 1985, welche im Jahr 2002 noch mit einer Siemens 840C Steuerung ausgestattet wurde, hatte treue Dienste geleistet, aber nach so vielen Jahren war die Verfügbarkeit von Elektronik und Steuerungsteilen nicht mehr zu gewährleisten.



Maschinenfabrik Reinhausen auf einen Blick

Gegründet 1868 in Regensburg.

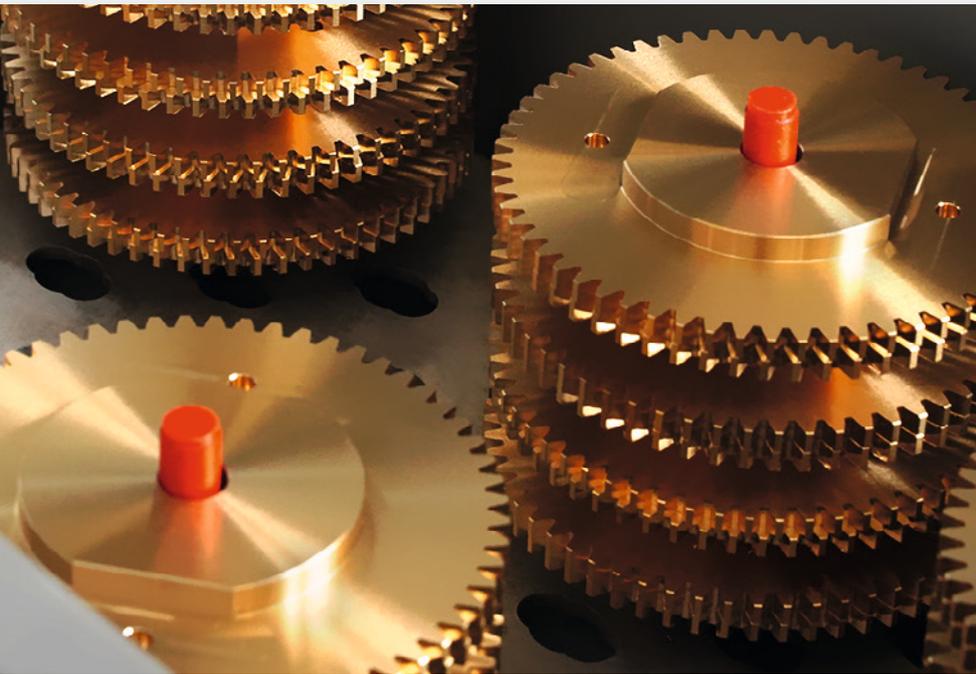
3.600 Mitarbeiter weltweit.

45 Tochter- und 4 Beteiligungsgesellschaften.

Produktion in Deutschland, Italien, USA, China und Indien.

Entwicklung und Produktion von Laststufenschaltern für Leistungstransformatoren.

www.reinhausen.com



Reinhausens ambitionierte Beschaffungsstrategie

Um der ehrgeizigen Beschaffungsstrategie gerecht zu werden, müssen bei der Auswahl eines Lieferanten und neuer Produktionsanlagen viele Variablen berücksichtigt werden: von technischen und qualitativen Anforderungen über interne Vorschriften und Vertragsabschlüsse, bis hin zu einem effektiven Schulungskonzept für die Mitarbeiter. So auch bei der neuen Verzahnmaschine: Bereits in

der Vorbereitungsphase wurden alle Kriterien zu 100% geklärt. Das Reinhausen-Einkaufsteam prüfte sorgfältig alle Fakten, einschließlich der Rückmeldung der Bediener der bisherigen Maschine. Nach der vollständigen Leistungsüberprüfung besuchte das Reinhausen-Team auch einen anderen Gleason-Kunden zur Referenz – ein Besuch, der den Entscheidungsprozess deutlich erleichterte.



Werkzeugadapter zur Verwendung älterer Werkzeuge auf der neuen GP300 der Maschinenfabrik Reinhausen.

„Wir haben drei Anbieter in die engere Auswahl genommen, aber nur bei Gleason hat das ‚Gesamtpaket‘ gepasst. Wir schätzen eine ehrliche und direkte Kommunikation – uns gefallen authentische Menschen“, sagt Hans-Jürgen Heizmann, Abteilungsleiter Teilefertigung bei der Maschinenfabrik Reinhausen. Er fügt hinzu: „Die Maschine ist sehr gut zugänglich und schnell einzurichten, was bei der Fertigung vieler verschiedener und kleiner Losgrößen enorm wichtig ist. Wenn eine Maschine von ihren Bedienern gut angenommen wird, kommt die Leistung fast automatisch.“

Einer der Bediener der neuen GP300 bei der Maschinenfabrik Reinhausen drückt es in eigenen Worten aus: „Die Funktionen, die Software, die Bedienbarkeit und das Schulungskonzept lassen keine Wünsche offen – diese Maschine ist in sich komplett.“

Denn bei der Maschinenfabrik Reinhausen ist der Bediener auch der Einrichter. Häufiges und schnelles Rüsten ist für die Gesamtproduktivität von großer Bedeutung. Also bat die Maschinenfabrik Reinhausen um Unterstützung – und Gleason lieferte: In einem speziellen Einrichter-Workshop wurde die Effizienz des Spannmittelwechsels extrem verbessert. Sehr zur Freude der Bediener von Reinhausen, die an den flexiblen Spannsystemen großen Gefallen fanden. Um alle bisherigen Werkzeuge auch auf der neuen Maschine einsetzen zu können, wurde sogar ein spezieller Adapter auf dem Standard HSK-B80-D25 konstruiert. Letztlich hatte Reinhausen spezielle Vorstellungen, um zukünftige Werkstückweiterungen zu realisieren, und Gleason half bei den erforderlichen Anpassungen – eine Flexibilität, die Reinhausen sehr zu schätzen wusste.



“ Neben allen technischen und vertraglichen Anforderungen haben wir mit Gleason eine gemeinsame Sprache gefunden und es hat „geklickt“ – das ist für uns bei der Wahl eines langfristigen Partners sehr wichtig. ”

Hans-Jürgen Heizmann, Abteilungsleiter Teilefertigung

Die Universalität der GP300 passt perfekt zu dem breiten Werkstückspektrum der Maschinenfabrik Reinhausen.



“ Funktionen, Software, Bedienbarkeit und das Schulungskonzept lassen keine Wünsche offen – diese Maschine ist in sich komplett. ”

Bernhard Winter, Michael Meisinger, Maschinenbediener GP300





Mehrere Zahnradtypen auf einer universellen Maschine

Bei der großen Vielfalt an Komponenten und vielen neuen Teilen ist die ständige Optimierung ein Thema. Daher waren die umfangreichen Korrekturmöglichkeiten und vorprogrammierten Zyklen in der Bediensoftware sehr wichtig, da sie häufig und ausgiebig genutzt werden.

Hans-Jürgen Heizmann fasst zusammen: Referenzen und Empfehlungen wiesen bereits auf Gleason hin. Gleason hat auch schnell ein Angebot abgegeben und auf Fragen sofort geantwortet. Die Maschine selbst hat

die richtige Größe, verfügt über eine große Funktionalität und deckt ein breites Werkstückspektrum ab – einschließlich von Verzahnungen aus Gusseisen und Stahl. Sie ist kostengünstig, gut zugänglich, einfach einzurichten und komfortabel zu bedienen. Ohne allzu sentimental zu sein, ist die Pfauter-Historie und die Zuverlässigkeit der früheren Maschine ein Pluspunkt, zahlt sich aber auch aufgrund der langjährigen Erfahrung und der Bereitstellung von Knowhow durchaus aus. Mit Gleason haben wir definitiv die richtige Wahl getroffen.”

Die nächste in der Reihe: Genesis® 280H/HCD

Die brandneue Nachfolgerin der GP300 Wälzfräsmaschine bietet Wälzfräsen und optional schneidendes Anfasen in einem Komplettpaket, mit oder ohne Automatisierung.



Mittlere Baureihen
zum Wälzfräsen
und Anfasen



Florian Reitberger
Gebietsverkaufsleiter
Süddeutschland

Komplettlösungen aus einer Hand



Gleason

info@gleason.com
www.gleason.com

