

Steifigkeitsoptimierte Gusskonstruktion als Basis für Höchstleistung in der Weichfeinbearbeitung von Zahnrädern

Von Johann Mall und Thorsten Schmidt

Das Gießen ist das älteste Formgebungsverfahren für Metalle. Trotzdem gehört das Gusseisen noch lange nicht zum 'alten Eisen' unter den Konstruktionswerkstoffen. Weiterentwicklungen sowohl der Werkstoffe als auch beim Entwicklungsprozess lassen immer wieder neue High-Tech-Lösungen entstehen.

Gießerei als Entwicklungspartner

Bei der Heidenreich & Harbeck Gießerei GmbH im holsteinischen Mölln hat man die Notwendigkeit zur Kooperation zwischen Gießerei und Maschinenbauer schon früh erkannt. Da gusspezifisches Know-how in vielen Konstruktionsabteilungen mangels Nähe zur Gießerei fehlt, könnten ohne diese Kooperation viele innovative Lösungen im Gussbereich nicht entstehen. Beispielhaft seien der innenbelassene Kernsand zur Erhöhung des Dämpfungsvermögens von Maschinenbetten oder das Eingießen von Kühl- oder Hydraulik-Rohren in komplexen Bauteilen genannt.

So wurde bereits vor über 10 Jahren mit dem Aufbau der eigenen Entwicklungsabteilung begonnen und das Unternehmen auf die schnelle Fertigung von Prototypen und Kleinserien für den allgemeinen Maschinenbau ausgerichtet.

Die heutige Entwicklungskompetenz basiert auf annähernd 200 erfolgreich durchgeführten Projekten. Stets konnte für die bei Heidenreich & Harbeck entwickelten Bauteile die Steifigkeit erhöht, das Gewicht reduziert, die Kosten gesenkt oder die Sicherheit gegen Bauteilversagen verbessert werden. Durch die gleichzeitige Entwicklung von Produkt und Produktionsmethode bis zum einbaufertigen Teil und schnittstellengerechter Montage aus einer Hand sind kürzeste Entwicklungszeiten möglich. Mit vielen Kunden aus allen Branchen des Maschinenbaus haben die gute Zusammenarbeit und die erzielten Erfolge zu langjährigen Entwicklungspartnerschaften geführt.

Spezialist für Zahradbearbeitung

Zu diesen Kunden zählt auch das seit über 100 Jahren auf dem Verzahnungssektor richtungsweisende Unternehmen Gleason-Hurth aus München mit seiner heutigen Produktpalette, die überwiegend aus Feinbearbeitungsmaschinen besteht.

Nachdem die Neuentwicklung einer Schabmaschine im Hause Gleason-Hurth beschlossen wurde, nahm Konstruktionsleiter Dipl.Ing. Johann Mall Mitte Februar Kontakt mit Heidenreich & Harbeck auf, um Entwicklungskapazitäten in Mölln zu reservieren. Angesichts der bevorstehenden EMO im September, auf der auch die Neuentwicklung ZSE160 vorgestellt werden sollte, und der damit zusammenhängenden prall gefüllten Auftragsbücher des Spezialisten für Werkzeugmaschinen-guss eine kluge Entscheidung.

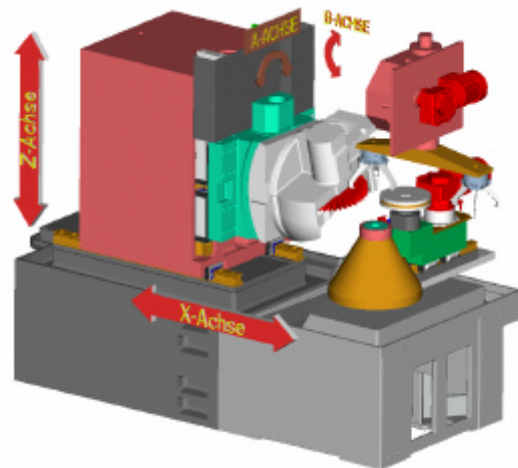


Abbildung 1: Funktionsbaugruppen der Schabmaschine ZSE160

Die ZSE160 ist der neueste Beitrag von Gleason-Hurth zum Thema Weichfeinbearbeitung. Sie gehört zur Familie der Power-Schabmaschinen. Schaben ist ein Verfahren zur Feinbearbeitung ungehärteter Zahnräder nach dem Wälzfräsen. Das Power-Schaben ist eine im Hause Gleason-Hurth entwickelte und patentierte Technologie, die dadurch gekennzeichnet ist, dass Werkzeug und Werkstück angetrieben sind. Die Vorteile sind höhere Qualität und kürzere Zykluszeiten.

Bereits auf der letzten EMO 1999 in Paris wurde eine Powerschabmaschine mit 2 Werkstückspindeln vorgestellt, die aufgrund ihrer extrem kurzen Werkstückwechselzeit von 3 sec große Beachtung fand. Sie ist geeignet als Stand-alone-Maschine oder in Verkettung mit einer schnellen Wälzfräsmaschine zur Bearbeitung kleiner Werkstücke, insbesondere

Planetenräder. Bei größeren Rädern ist im Allgemeinen die Fräsmaschine Taktzeitbestimmend. Eine 2-spindelige Schabmaschine „lohnt“ sich dann nicht. Aus diesem Grund wurde im letzten Jahr die einspindelige ZS130/1 für kleine Losgrößen entwickelt und heuer schließlich die ZSE160.

Die ZSE160 ist weltweit die erste vertikale Schabmaschine, in der das Werkstück, d.h. die gefräste Verzahnung, auf derselben Spindel auch entgratet wird. Damit und durch die vertikale Achsanordnung reduzieren sich Kosten und Aufwand für Umrüstung auf ein Minimum. Die Maschine ist prädestiniert für Gangräder in Automobilgetrieben und ähnliche Teile, die fliegend gespannt und bearbeitet werden können. Durch den Einsatz modernster Komponenten – Wälzführungen, Steuerung Sinumerik 840D, ultraschneller, kurvengesteuerter Werkstückwechsler, messende Werkstückgreifer – fügt sich die ZSE160 in den für das vorgesehene Werkstückspektrum üblichen Takt von rund 30-35 sec.

Grauguss für HighTech-Maschine

Eine solide Basis soll dafür sorgen, dass die Maschine die Anforderungen an die Genauigkeit auch erfüllt. Mitte März wurden die Kundenanforderungen bei einer gemeinsamen Diskussion des Pflichtenheftes in München geklärt. Eine Besonderheit der Werkzeugmaschinenbetten von Gleason-Hurth ist der konsequent strukturierte Baukasten, der auch bei der Neuentwicklung zu berücksichtigen war.

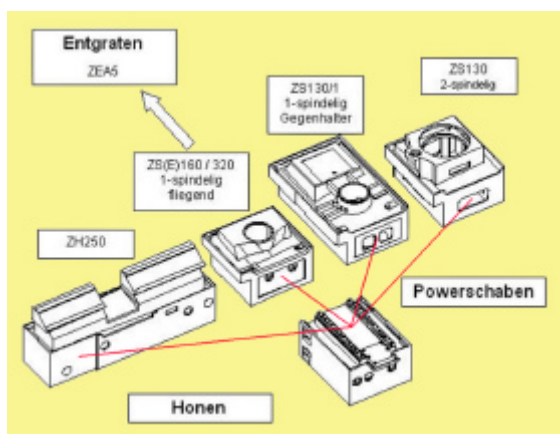


Abbildung 2: Maschinenbetten der Fa. Gleason-Hurth

Die werkstückseitige Betthälfte war komplett neu zu entwickeln, während auf der Werkzeugseite auf eine bewährte Komponente, die auch in anderen Schab- und Hohnmaschinen eingesetzt wird, zurückgegriffen werden sollte.

Besonderer Wert wurde vom Kunden auf die Steifigkeit, die Kühlmitteldichtheit, ein hohes Dämpfungsvermögen und eine gute Bearbeitbarkeit gelegt. Ferner galt es Restriktionen hinsichtlich des Gewichtes und der Geometrie einzuhalten, um die spätere Integration eines Späneförderers sowie eine 3-Punkt-Auflage zu ermöglichen. Angesichts dieser Forderungen wurde Grauguss (GG) als idealer Werkstoff gewählt.

Projektdurchführung

Zurück in Mölln machte sich Projektleiter Dipl.-Ing. Olaf Grumpelt an die Arbeit, um das bestehende Bett-Baukastensystem um die neue Komponente zu erweitern. Durch Berechnung eines massiven Bettes (fiktive Masse: 1730 kg) wurden zunächst die Machbarkeitsgrenzen aufgezeigt und in anschließenden Optimierungsschritten ein steifes Bett entwickelt, dessen Verformungswerte bei einer Masse von 720 kg nur 20% über denen des massiven Bauteils liegen. Die Steifigkeit beträgt knapp 1000 N/µm.

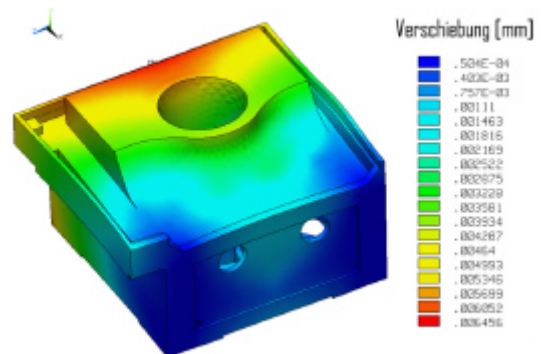


Abbildung 3: Darstellung der Verschiebungen exemplarisch für einen Lastfall

Das Bett ist trotz der guten Werte mit einer Höhe von nur 550 mm vergleichsweise niedrig, was der Ergonomie zugute kommt.

Das werkzeugseitige Bett wurde auf Wunsch des Kunden dahingehend weiterentwickelt, dass zusätzlich zur bewährten Gleitführung auch die Ausstattung mit Wälzführungen ermöglicht werden sollte. Die dafür erforderliche Verlegung des Spindellagers bewirkte erhebliche Steifigkeitsverluste, die mit der FEM-Berechnung erkannt und dank der nahezu unbegrenzten Formgestaltungsmöglichkeiten gegossener Konstruktionsteile kompensiert werden konnten.

Wegen der guten Produktkenntnis des Möllner Entwicklungspartners und der bei Heidenreich & Harbeck durchgeführten Simulationen zur Funktion (FEM-Berechnung), Gießbarkeit und Bearbeitbarkeit war das Änderungsrisiko für die Neukonstruktion verschwindend gering. So konnte auf das ursprünglich aus Termingründen vom Kunden angedachte Styropormodell zum Abguss der Prototypen verzichtet werden. Dadurch wurden die Modellkosten um mindestens 25% gesenkt sowie die Qualität der Prototypen verbessert. Aufgrund des bei Heidenreich & Harbeck auch im Modellbau praktizierten straffen Projektmanagements verzögerte sich der Liefertermin durch die geringfügig längere Modellbauzeit nicht.



Abbildung 4: Werkzeugmaschinenbett vor der Bearbeitung

Das hier behandelte Maschinenbett ist ein typisches Beispiel für die Zweckmäßigkeit der Lieferung von schnittstellengerecht montierten Baugruppen, ein Bereich, in dem das Möllner Unternehmen z.B. mit einer geeigneten Stücklistenorganisation erhebliche Kompetenz aufgebaut hat. Nach der gemeinsamen Feinstbearbeitung der verschraubten Betthälften im Hause Heidenreich & Harbeck – anders wären die geforderten Form- und Lagetoleranzen nicht einzuhalten – konnte das in Abbildung 1 gemeinsam mit den Funktionsbaugruppen dargestellte zweiteilige Maschinenbett dem Kunden zugestellt werden.

‘Manöverkritik’

Der gesamte Entwicklungsprozess – von der Konstruktion inklusive Steifigkeits- und gießtechnischer Optimierung bis zur Lieferung des komplett bearbeiteten Maschinenbettes eine Woche vor dem bestätigten Liefertermin – beanspruchte lediglich 12 Wochen. Das war nur möglich in engster Zusammenarbeit zwischen Heidenreich & Harbeck, Gleason-Hurth und einem dritten für die Konstruktion von Funktionsbaugruppen zuständigen Entwicklungspartner. Die Kommunikation erfolgte sehr effizient direkt zwischen dem Projektleiter von Heidenreich & Harbeck und dem Konstruktionsleiter des Maschinenbauers.

Durch Einsatz moderner Kommunikationsmittel blieben der Zeit- und Kostenaufwand trotz der großen Distanzen zwischen den Entwicklungspartnern auf niedrigem Niveau.

Von Nutzen war auch der Einsatz des 3D-CAD-Systems Pro/Engineer bei allen Partnern. Die CAD-Daten konnten so jederzeit verlustfrei via Email ausgetauscht werden und der aktuelle Konstruktionsstand beim Kunden hinsichtlich Kriterien wie Kollisionsfreiheit überprüft werden.

Die Entwicklung der neuen ZSE160 ist bereits heute von Erfolg gekrönt. Noch vor der EMO konnten 19 Maschinen sozusagen vom (3D-) Reißbrett weg an 2 führende Automobilhersteller verkauft werden. Anfragen für weitere Projekte liegen vor.

Dipl.-Ing. Johann Mall ist Leiter der Konstruktion bei Gleason-Hurth in München. Dr.-Ing. Thorsten Schmidt leitet die Entwicklung der Heidenreich & Harbeck Gießerei GmbH in Mölln.