



Automation des Gussputzens – Standardtechnologie der Zukunft

VON TOBIAS SCHALLER UND VASSILY DVOISHES, NÜRNBERG

Für viele Gießereien ist der aktuelle Wirtschaftsaufschwung Segen und Fluch zugleich: Prall gefüllte Auftragsbücher einerseits stehen Kostenstrukturen gegenüber, die den Unternehmenserfolg stark ausbremsen. Während in Zeiten schlechter Auftragslage besonders die Senkung der Fixkosten im Fokus von Kostensenkungsmaßnahmen steht, liegt zu Wirtschaftsboom-Zeiten das Augenmerk vor allem bei stückzahlabhängigen Kostentreibern, den variablen Kosten.

Der Kostenbereich, der sich am besten beeinflussen lässt, liegt in der Fertigung bei den manuellen Arbeitsvorgängen. Lohn- und Lohnnebenkosten wie auch Qualitätsschwankungen belasten den Betriebserfolg teils erheblich, daher bietet deren Optimierung enorme Einsparpotentiale.

Betrachtet man die gesamte Wertschöpfungskette von Stahl- und Eisengießereien, stellt man fest, dass in der Mehrzahl der Putzereien – von Hallenkränen abgesehen – keinerlei Automation anzutreffen ist. Schweres Gerät, Arbeiten über Kopf und staubige Arbeitsumgebung prägen diesen gesundheitsgefährdenden Arbeitsbereich. Die Schäden reichen von Atemwegserkrankungen über Gelenkschäden bis hin zu Bandscheibenvorfällen. Bedingungen, die den Unternehmen in mehrfacher Hinsicht unnötig Geld kosten. Dies betrifft primär die langen Durchlaufzeiten der Gussteile im Bereich Putzerei; aber auch der erhöhte Krankenstand sowie Platzverbrauch in den Werkshallen lassen die Kosten erheblich steigen. Denn auf Grund der langen Bearbeitungsdauer ist eine Vielzahl von Putzerei-Arbeitsplätzen unabdingbar.

„Man müsste einen Roboter haben, der mit verschiedenen Werkzeugen das Guss-

teil bearbeitet“, dachten sich 2008 die Ingenieure der Firma Theilingner aus Nürnberg. Außerdem wäre eine Software, die durch Gusstoleranzen entstehende Formabweichungen erfasst, erforderlich. Für ein im Sandgießverfahren hergestelltes Bauteil, das beispielsweise einen Durchmesser von 1,5 m hat, ist entsprechend DIN 1685 bei einem Genauigkeitsgrad von GTB 18 eine Abweichung von plus sowie minus 8,5 mm zulässig. Abschließend müsste man die tatsächliche Gratausprägung bestimmen und die Bearbeitungsparameter wie auch die Bearbeitungsbahn an die individuelle Gratausprägung des Gussteils anpassen.

Soweit so einfach – jedenfalls in der Theorie. „Glücklicherweise zeigte sich, dass es in der Praxis ebenfalls einfach ist – zumindest wenn man weiß wie“, erklärt Firmeninhaber Richard Meyer-Theilingner augenzwinkernd. Seine Firma nahm sich die-

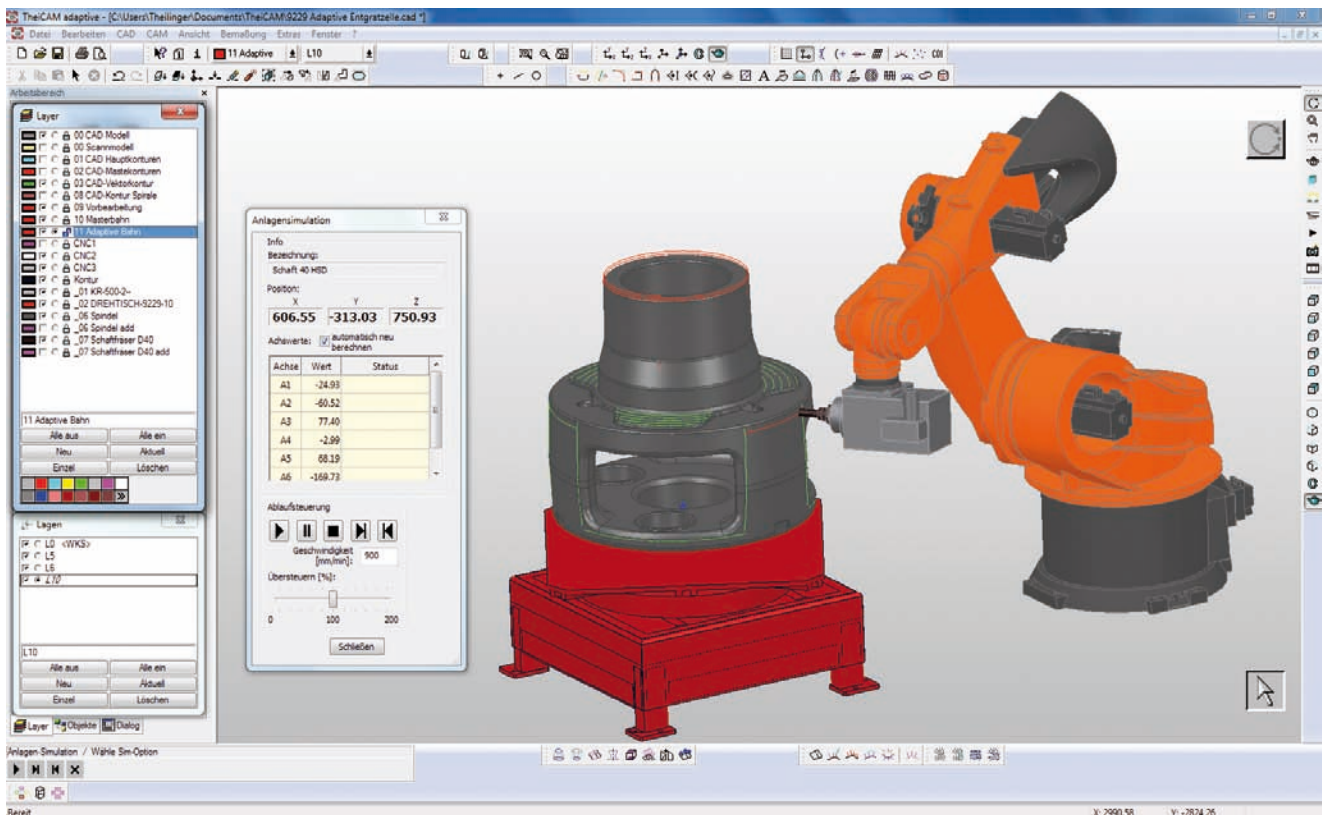


Bild 1: Planung und Simulation des Bearbeitungsprozesses mit TheiCam.

sem anspruchsvollen Thema an, da bereits mehrere Gießereien Interesse am automatisierten Gussputzen äußerten. Innerhalb von zwei Jahren gelang es den Theilinger-Ingenieuren das Verfahren bis zur Marktreife zu entwickeln (Bild 1).

Von Beginn des Entwicklungsprojektes an, war es dem Firmeninhaber besonders wichtig, „dass wir nicht am Markt vorbei entwickeln, sondern genau den Nerv der Zeit treffen und unseren Kunden einen echten Wettbewerbsvorteil bieten können.“ Deshalb fand das Entwicklungsprojekt in enger Zusammenarbeit mit der Gießerei Silbitz Guss aus Silbitz statt. Die Eisen- und Stahlgießerei verspricht sich viel von der Innovation und möchte deshalb „zu den ersten Gießereien Deutschlands gehören, die mit dem Verfahren die variablen Kosten ihrer Putzerei stark senken“, so Heiko Voigt, Leiter der Technischen Entwicklung. Denn, soviel sei vorab verraten, diese neue Methode ermöglicht gleichzeitig eine Qualitätskontrolle. Da ein 3-D-Scanner die Form der Gussteile präzise erfasst, werden Teile, die Fertigungstoleranzen überschreiten, sofort erkannt. So können diese frühzeitig aus dem Wertschöpfungsprozess entnommen und zusätzlich Kosten vermieden werden (Bild 2).

Der Aufbau der Anlage ist abhängig von Form und Gewicht des Gussteils. Soll ein Planetensteg – dies ist ein Bauteil eines Planetengetriebes – mit einem Gewicht von 3 t und einem Durchmesser von 2 m

bearbeitet werden, so besteht die Anlage unter anderem aus einem Sechs-Achs-Roboter, an dem eine Spindel montiert ist. Mittels Werkzeugwechselsystem kann der Roboter je nach Prozessphase entweder den Scanner im Raum bewegen oder eines von mehreren Werkzeugen aus der Werkzeugwechselstation. Zu der Anlage gehört des Weiteren ein Drehtisch, der vor dem Roboter positioniert ist. Dieser wird so konfiguriert, dass er vom Roboter als siebte Achse – mathematisch mit den rest-

lichen sechs Achsen des Roboters gekoppelt – angesteuert werden kann. Schlussendlich wird noch ein 3-D-Scanner verwendet.

Sollen Gussteile bearbeitet werden die beispielsweise 10 m lang sind, so entfällt der Drehtisch und das Gussteil wird direkt auf den Hallenboden gelegt. Dafür sitzt der Roboter nicht mehr an einer festen Stelle, sondern auf einer Linearachse. So ist der Roboter nicht mehr ortsgebunden und fährt an die zu bearbeitende Stelle.



Bild 2: Dreidimensionales Scannen des Werkstückes.

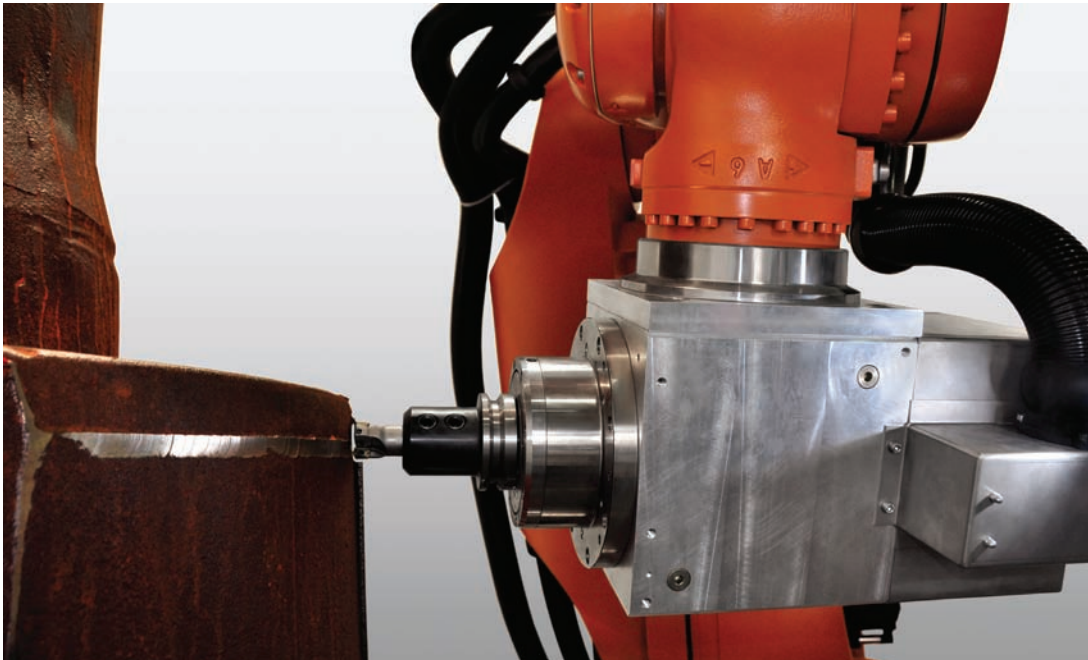


Bild 3: Bearbeiten des Gussteils mit adaptiven Bearbeitungsbahnen.

Zum Entgraten von Bauteilen mit Formabweichungen existieren in der Fachwelt mehrere Ansätze. Beim ersten Ansatz fährt der Roboter einen vorab fest programmierten Pfad mit konstanter Geschwindigkeit. Dabei berücksichtigt er die tatsächlichen Werkstückeigenschaften allerdings überhaupt nicht. Der zweite Ansatz beruht auf einer konstanten Geschwindigkeit sowie Bearbeitungskraft, woraus sich ein adaptiver, also angepasster Pfad ergibt. Das Ergebnis ist allerdings, dass der Roboter mit dem Werkzeug die Kontur des Grates nachfährt, anstelle den Grat und Formausbrüche des Gussteils zu entfernen. Andere Lösungen führen das Gussteil mit einem konstanten, fest programmierten Pfad und konstanter Kraft am Werkzeug vorbei, wodurch sich effektiv eine variable, der Gratausprägung angepasste Geschwindigkeit ergibt. Das Problem an diesem Verfahren ist, dass Bauteiltoleranzen nicht berücksichtigt werden und somit keine Unterscheidung zwischen Bauteilkontur und tatsächlichem Grat erfolgt. Des Weiteren wird die Ausprägung des Grates nicht berücksichtigt. Dies ist allerdings notwendig, da bei großer Gratausprägung der Grat in mehreren Schritten entfernt werden muss, um die maximal zulässige Eintauchtiefe des Werkzeuges ins Material nicht zu überschreiten.

Der Ablauf des zum Patent angemeldeten Verfahrens, gliedert sich in mehrere Phasen. Zuerst wird das Gussteil mit einem Kran auf den Drehtisch platziert. Ein ausgerichtetes Platzieren ist hierbei nicht notwendig, da die exakte Position vom Scanner erfasst und von einer Software anschließend bei der Bahnberechnung berücksichtigt wird. Im nächsten Schritt entnimmt der Roboter den Scanner aus der

Werkzeugwechselstation und steuert abwechselnd den Scanner und den Drehtisch an. Das Ergebnis dieses Prozesses ist ein dreidimensionales Flächenmodell des zu bearbeitenden Gussteils und der Umgebung, die zum Referenzieren nötig ist. Eine Software errechnet nun die Lage des Bauteils und bestimmt im nächsten Schritt durch einen Vergleich des idealen CAD-Modells und des 3-D-Scans die Formabweichung, die das Gussteil, bedingt durch Fertigungstoleranzen, aufweist. Eine Analyse des Grates schließt sich dem an, wobei entsprechend der Ausprägung des Grates eine passende Bearbeitungsstrategie gewählt wird. Wenn die Bearbeitungsbahn ermittelt ist, wird sie mit einem Post-Prozessor in die entsprechende Robotersprache übersetzt und auf die Robotersteuerung übertragen. Gleichzeitig wird übertragen, welcher Bahn welche Werkzeuge und Bearbeitungsparameter zugeordnet sind. Nun arbeitet der Roboter das Programm ab, entfernt Grate ebenso wie Anschnitt- und Speiserreste und schon kann das Gussteil wieder entnommen werden und der Prozess von vorn beginnen (**Bild 3**).

Die Prozesszeit lässt sich weiter verringern, wenn zwei Roboter im Einsatz sind. Beim ersten Roboter kann es sich dann um einen relativ kleinen handeln, da dieser nur für das Scannen zuständig ist. Seine Tragfähigkeit muss lediglich zum Gewicht des 3-D-Scanners passen. Der zweite Roboter ist der massiv ausgeführte, der wie bei der ein-Roboter-Applikation für das Bearbeiten zuständig ist und sämtliche Prozesskräfte aufnehmen kann.

Die dem Verfahren zugrunde liegende Software heißt TheiCAM – eine Namenskombination aus Theilinger und CAM – und wurde von Theilinger in Zusammen-

arbeit mit Softwareentwicklern erstellt. Wenn mit der Anlage neue Gussteile zu entgraten sind, lässt sich dies mithilfe dieser Software mit relativ wenig Aufwand umstellen. Denn mit der Software können sowohl Scandaten verarbeitet werden als auch eine CAM-Bahnplanung sowie Robotersimulation erfolgen – eine Anwendungsspektrum, für das üblicherweise mehrere Programme notwendig wären.

Soll mit der Anlage zum Beispiel ein Planetensteg mit 1,5 m Durchmesser und einem Gewicht von 3,5 t bearbeitet werden, so veranschlagt der Kooperationspartner Silbitz Guss, der die Entwicklungsarbeiten mit Gießerei-Fachwissen und Gussteilen unterstützt, etwa 40 min Vorbereitungszeit. In dieser Zeit wird das Werkstück auf den Drehtisch gesetzt, das Bauteil gescannt sowie die Roboterbahnen berechnet. Die effektive Putzzeit wurde auf 45 min geschätzt und für Kontrolle und Nacharbeit insgesamt 20 min veranschlagt. Dies ergibt in Summe 105 min. Die Sollzeit für den Putzerei-Mitarbeiter beim manuellen Putzen liegt hingegen bei 285 min. Das roboterbasierte Entgraten senkt die Prozesszeit in der Putzerei in diesem Fall um 63 % – mit der einhergehenden Kostendegression. Diese Einsparung wird noch um die Vorteile der integrierten Qualitätskontrolle erweitert.

Die verschiedenen positiven Effekte zusammen genommen, ermöglichen den Gießereien, dass weitere Effizienzsteigerungen bei der Rohgussnachbearbeitung möglich werden.

Dipl.-Ing. Tobias Schaller, Marketing und Vertrieb; Dipl.-Ing. Vassily Dvoishes, Entwicklung, Theilinger Automation und Papiertechnik GmbH, Nürnberg