

Wasserstrahl-Schneiden mit Sechssachs-Roboter

Steckenpferd „Qualität“

Eine gute Idee, bewährte Komponenten und ein genauer Roboter: Für das Lohnschneiden per Wasserstrahl setzte Waterjet, Neustadt/Weinstraße, beim Bau einer Roboterzelle eigene Vorstellungen um. Für die Bearbeitung vom Prototyp bis zu 1000er Losgrößen bietet die Zelle ein Maximum an Flexibilität. Die Schnittqualitäten erfüllen auch hohe Ansprüche.

Das 20 Mitarbeiter große Unternehmen Waterjet in Neustadt an der Weinstraße steht auf zwei festen Standbeinen. Zunächst als Vertriebsniederlassung der Water Jet Sweden AB gegründet, bot das Unternehmen bald nach der Gründung 1999 zusätzlich mit einer 2D-Anlage Wasserstrahlschneiden als Dienstleistung. Die Resonanz war von Anfang gut. Das spricht für die Technik selbst und das Engagement des jungen Unternehmens. Schon nach einem Jahr wurde eine zweite Maschine für Lohnaufträge in Betrieb genommen. Eine Konkurrenz zwischen dem Verkauf von Anlagen und dem Lohnbetrieb mit der gleichen Technik sieht Andres nicht: „Unsere Kunden können schließlich auch rechnen.“ So wirtschaftlich die Wasserstrahltechnik ist: Bei Losgrößen von 1 bis 2000, dem typischen Umfang bei Waterjet, rechnet sich eine eigene Anlage nicht

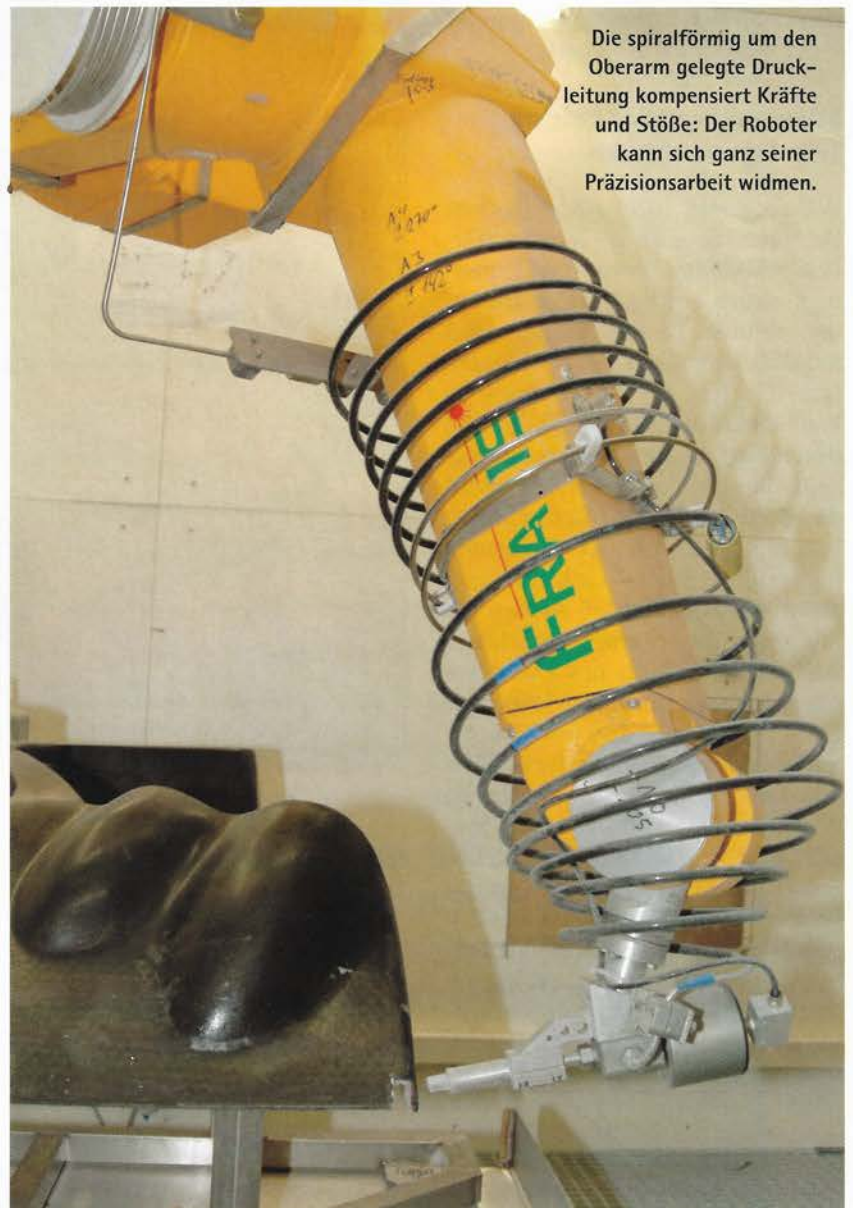
für jeden Kunden. Auf die Möglichkeiten dieser Technik muss deshalb niemand verzichten.

„Wir sehen unsere Nische bei Kleinserien, Vorserien und Prototypen“, sagt Andres. Da sich die „umweltfreundliche Trenntechnologie für alle Materialien und Konturen“ eignet, wie Waterjet wirbt, ist auch der Kun-



Als „Geheimnis“ des Erfolges sieht Waterjet-Geschäftsführer Konrad Andres die Vielseitigkeit des Wasserstrahlschneidens.

denkreis entsprechend vielfältig. Den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens führt Andres nicht zuletzt darauf zurück, dass Wasserstrahlschneiden für Abnehmer aus vielen Branchen interessant ist: „Wir haben keine Konjunkturschwankungen bemerkt und deshalb einen kontinuierlichen Zuwachs.“ Die



Die spiralförmig um den Oberarm gelegte Druckleitung kompensiert Kräfte und Stöße: Der Roboter kann sich ganz seiner Präzisionsarbeit widmen.



Fertig für die Montage: Dass Schnittkanten und Bohrungen ganz genau sitzen, dient auch der Sicherheit.



Mit dreifacher Schallgeschwindigkeit schießt das Wasser aus dem Schneidkopf. Bilder: A&Q

Neustädter Waterjet prosperiert. Bislang registrierte Geschäftsführer Konrad Andres ein jährliches Wachstum von 20 Prozent. Mehr wäre möglich, aber nicht gesund gewesen. Ebenso kontinuierlich wurde der Maschinenpark aufgerüstet. 2002 ging die erste „Roboter-Box“ in Betrieb. Bereits diese Zelle zum Wasserstrahlschneiden war großzügig dimensioniert. Allerdings ist die Werkstückaufnahme starr. Roboter und Werkstück haben ihre feste Position. Für die Bearbeitung größerer Werkstücke sind da Grenzen gesetzt. Um dem breiten Kundenkreis gerecht werden zu können, waren zusätzliche Kapazitäten erforderlich. Seit etwa einem halben Jahr ist eine zweite Roboterzelle in Betrieb. Die neue Zelle ist zusätzlich mit zwei Linearachsen, auf denen das Werkstück verfahren werden kann, ausgestattet. Sie ist so dimensioniert, dass Teile bis 2500 mm bearbeitet werden können. Etwa 3,5 x 3 m Fläche hat die Box. In bestimmten Grenzen lassen sich die Linearachsen in der Zelle verfahren, so dass der Roboter auch größere Werkstücke bearbeiten kann. Ansonsten dienen die beiden Verfahrachsen dem hauptzeitparallelen Rüsten. Aktuelles Beispiel ist das Cockpit einer Pistenraupe, das als Halbfertigteil bereits kaschiert ist und noch beschnitten werden muss.

Dass es eine solche Zelle nicht zu kaufen gab, schreckte Andres und sein erfindungsreiches Team nicht ab: „Das ist ein kompletter Eigenbau.“ Zwar gebe es Zellen zum Wasserstrahlschneiden auf dem Markt, doch die waren dem Dienstleister noch zu wenig flexibel. Ausgangspunkt war die Überlegung, „welche technischen Möglichkeiten wir unseren Kunden anbieten wollen“ – eine Frage, für die es insbesondere in einem Lohnbetrieb keine eindeutige Antwort

gibt. Es sei denn, die Forderung nach möglichst großer Flexibilität hat Vorrang.

„Alle“ Konturen sollten geschnitten, enge Radien bewältigt und auch dünne Wandstärken bearbeitet werden können. Wie die bisherige Praxis gezeigt hat, lassen sich auch Präzisionsaufgaben im geforderten Maß bestens lösen. Bei Schnittbreiten von zwei Zehntel Millimetern werden Genauigkeiten von bis zu $\pm 0,05$ mm erzielt, auch ein bisschen abhängig vom jeweiligen Material.

Fehlende Daten durch Kreativität ersetzen

„Jetzt mach mal“ ist eine typische Formulierung auf dem Weg vom handgefertigten Prototypen zum automatisiert produzierten Serienmodell. Ein Rohling und eine fertig beschnittene Helmschale standen beispielsweise am Anfang der Kooperation mit einem namhaften Helmhersteller. Um die Machbarkeit zu prüfen, musste zunächst die Kontur geteacht werden. Bis dahin wurden die Rohlinge beim Hersteller von Hand beschnitten entweder mit Hilfe von Schablonen oder einfach frei Hand. Dann sollte die Fertigung automati-



Jede Menge Schneidarbeit am Cockpit einer Pistenraupe:
 Dafür muss der Roboter sehr beweglich sein.



Unter dem hängenden Stäubli RX 130 ist die Arbeitsfläche in der Zelle frei, so dass große Werkstücke zur Bearbeitung auch verfahren werden können.

siert werden. Form-, Lage- und Durchmesser-Toleranzen werden mit $\pm 0,1$ mm angegeben. Selbst Roboter stoßen da schnell an ihre Grenzen.

Deshalb gab es ein umfangreiches Casting. Hohe Traglasten muss ein Roboter beim Wasserstrahlschneiden nicht bewältigen. Aber eine hohe Steifigkeit sollte er aufweisen und Vorstellungen über die Reichweite gab es ebenfalls. Da schon der erste avisierte Auftrag für die Zelle hohe Anforderungen an die Präzision und Bahngenauigkeit stellte, gab die Bewertung in diesem Punkt den Ausschlag. Die Wahl fiel auf einen RX 130 L, also den großen Stäubli-Roboter mit langem Arm und einer Reichweite von über 1600 mm. Ganz entscheidend, so Konrad Andres, seien jedoch die Präzision und Bahntreue des RX 130 gewesen: „Selbst wenn die Bearbeitungsprogramme auf neue Bearbeitungspositionen umgerechnet werden müssen, arbeitet der

Roboter immer noch sehr präzise.“ Natürlich sind die Anforderungen an die Genauigkeit von Teil zu Teil unterschiedlich. Bei der Bearbeitung von Helmen liegen die Toleranzen aber schon im Bereich von einem Zehntel Millimeter. Ursprünglich war erwogen worden, den Roboter auf eine Verfahrsschiene zu setzen, um seinen Arbeitsraum zu vergrößern. Aus Gründen der Präzision ist der Roboter nun allerdings starr aufgehängt.

Im Gegensatz zum Abrasiv-Schneidverfahren – dabei erfolgt eine Mikrozersetzung durch den dem Wasserstrahl zugesetzten Sand – arbeitet der Roboter mit Purwasser. Die übliche Schutzart von IP 65 reicht daher aus. Der Düse wird das Wasser mit einem Druck bis 4000 bar zugeführt. Die Druckleitung ist als Spirale um den Oberarm des Roboters gelegt. So stört sie die Roboterbewegung nicht und kompensiert Strömungskräfte und Druckstöße. Immerhin erreicht

der Schneidstrahl eine Geschwindigkeit von 900 m/s.

... und immer wieder mit dem Masterteil vergleichen

Programmiert wird von Otmar Schwaab, Fertigungsleiter bei Waterjet, in SolidWorks/RobotWorks. Als „Rohdaten“ dienen Volumenmodelle der Werkstücke. Zumindest theoretisch, denn häufig gibt es als Vorlage nur Oberflächenmodelle. „Die können wir nur bedingt zur Programmierung verwenden“, bedauert Schwaab. Aber manchmal gibt es nicht einmal ansatzweise Daten. So oder so, der Roboter muss dann geteacht werden. Dazu wird die Düse gegen eine Tastspitze zum Teachen als TCP getauscht. Auf einem Referenzteil werden die Messpunkte festgelegt. Dieses Masterteil wird auch später zu Mess- und Prüfzwecken immer wieder gebraucht. In der Steuerung hinterlegte Makros für bestimmte geometrische Formen erleichtern die Arbeit; sonstige Bahn- oder Linearfunktionen definiert



Noch hat sich der Wassernebel nicht verzogen, aber man sieht den Unterschied zwischen Rohling und fertig beschnittenem Helm.

Prinzipiell kann Otmar Schwaab am PC auch gleich eine Simulation des Bearbeitungsvorganges durchführen: „Damit lassen sich alle wesentlichen Parameter abfragen und gleichzeitig überprüfen, ob der Roboter alle Positionen gut erreicht.“ Dann arbeitet der Roboter selbstverständlich streng nach Vorgabe. Wobei in einer frühen Phase eines Projektes, wenn die Machbarkeit untersucht wird, durchaus Diskussionsbedarf mit dem Kunden besteht. Dann nämlich, wenn Werkstück

oder Material, das bisher per Hand bearbeitet wurde, unter den bahngetreuen Bewegungen des Roboters nicht die erwarteten Ergebnisse liefern. Das kann auch einmal heißen, dass die Vorfertigung auf die nachgelagerte automatisierte Bearbeitung besser abgestimmt oder geändert werden muss.



www.waterjet-gmbh.de
www.staublirobotics.com