

**SPEZIALISTEN.** Renato Projer betreibt in Tiefencastel eine ungewöhnliche Einmann-Schreinerei. In seiner Werkstatt stehen gleich zwei CNC-Zentren. Der umtriebige Schreiner hat sich auf das Fräsen komplexer Formen spezialisiert und hat einen entsprechenden Maschinenpark angeschafft.

## Alte Mauern können täuschen!

Im bündnerischen Tiefencastel tost die schmelzwasserreiche Albula um ein historisches Gebäude. Dessen ungeachtet fräst innerhalb der alten Mauern ein CNC-Kugelfräskopf ruhig seine Bahnen. Dort, in den alten Mauern der alten Sust am Julierpass, wo früher das Heu für die Postkutschpferde gelagert wurde, hat sich Renato Projer eine moderne Schreinerei eingerichtet. Nicht mehr Reisende und Fuhrhalter kehren in das markante Gebäude ein, sondern Schreinerkunden, Zulieferer und Heiratswillige. Denn neben der Schreinerei sind im Haus auch noch das Zivilstandsamt und weitere Stellen untergebracht.

### Die Überraschung steht zuhinterst

Renato Projer ist mit seiner Betriebseinrichtung das, was man im Schreinerergewerbe einen Exoten nennt. Bisweilen tun sich selbst alteingesessene Zehnmann-Schreinereien schwer, wenn es um Argumente pro oder contra die Anschaffung eines CNC-Fräszentrums geht. Nicht immer ist man sich in dieser Betriebsgrösse einig, ob der rentable Betrieb einer solchen Anlage überhaupt möglich ist.

In Projers Einmannbetrieb stehen gleich zwei CNC-Zentren: Vorne eine 4-Achs-Maschine von Busselato für die «flachen» Werkstücke und zuhinterst im hohen Raum sein Flaggschiff, eine 5-Achs-Portalmaschine von Pade, mit deutlich mehr als 900 mm Überfahrhöhe. Ausgerüstet ist die Grossanlage mit vier Vertikalfräseinheiten und einem 5-Achs-Kopf. Vertikaleinheiten erlauben beispielsweise das Ausfräsen von groben, reliefartigen Strukturen, für die Feinbearbeitung mittels Kugelfräser steht ein interpolierbares Aggregat zur Verfügung. In der X-Achse bewegt sich aber nicht das riesige Portal, sondern der Aufspanntisch. Nur in der Y- und Z-Achse verfahren die Aggregate und der Aufspanntisch bleibt stehen. Konzipiert ist diese Maschinenklasse für das Fräsen von grossformatigen Werkstücken in 5-Achs-Technik, wie Stuhlschalen, Gussformen und Freiformobjekte. Warum in

Rund zwei Millionen Programmzeilen hat Projers CAD-CAM-System generiert, um die komplexen Formen der Bienenwabe in das Arvenholz zu fräsen.

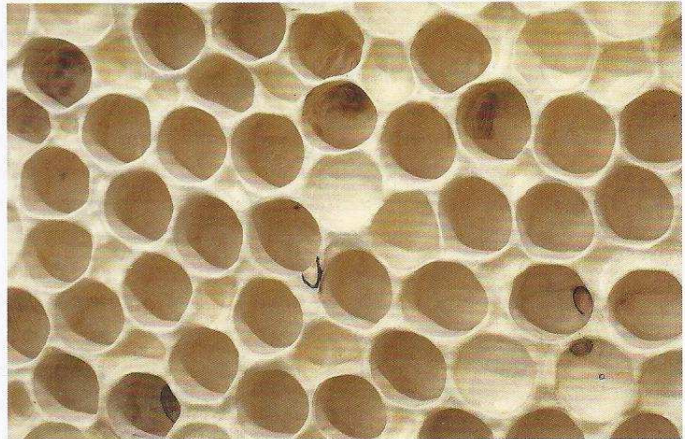
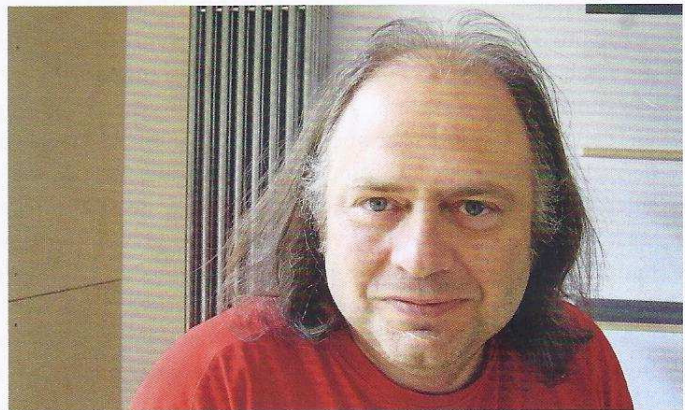


Bild: Serge Hasenböhler

Renato Projer liebt das Ungewöhnliche. Er arbeitet für Künstler, Formenbauer und Baumeister.



Projers Werkstatt gleich zwei CNC-Zentren stehen und wie er sie auslastet, erklärt der Schreiner gleich selber: «Rund zwei Drittel meiner Arbeit besteht aus Fräsarbeiten. Einerseits für eigene Aufträge, andererseits fräse ich auch Lohnarbeiten, zum Beispiel für Formen- und Schalungsbauer oder für Künstler.»

### Aufwand gerechtfertigt?

Diese Fräsaufträge erfordern aufgrund der komplexen Formen aufwendige Programme mit sehr grosser Datenmenge. Schnell kommen Fräszeiten von 40 und mehr Stunden zusammen, wenn Projer ein Kunstobjekt aus einem Holzblock modelliert. Er hat zum Beispiel das Werk «Midada da Structura» von Künstler Mirko Baselgia gefräst. Das CAD-CAM-Programm generierte für die Frä-

sung der digitalisierten Bienenwabe rund zwei Millionen Programmzeilen, die Projers 5-Achs-Maschine in 28 Stunden Fräszeit abarbeitete. So wurde aus einem 14 cm dicken Arvenklotz im Format 178 x 110 cm ein Kunstwerk, das 2012 den Kiefer-Hablitzel-Preis für bildende Kunst erhielt. Ob die Preissumme von 15 000 Franken für die technische Herstellung des Kunstwerkes ausreichte?

Renato Projer ist in einer traditionellen Schreinerfamilie in Alvaschein aufgewachsen und wurde schon früh vom Holzvirus befallen. Trotzdem wollte er den elterlichen Betrieb nicht übernehmen und setzte auf seinen kleinen, aber feinen Schreinerbetrieb. Nebenbei schult er auch noch CNC-Spezialisten und Lernende.

**KRÜMMLINGE.** Die einstige Paradedisziplin von Maschineninstructoren, das Fräsen von Formteilen, hat sich von der Kehlmaschine auf 5-Achs-CNC-Zentren verlagert. Doch auch mit modernster Technik ist die Herstellung anspruchsvoll und braucht viel Fachwissen.

## Auf die krumme Tour

Lange hat das Entstehen eines Treppenkrümmlings in den Maschinenkursen Lernende, angehende Maschinisten und Schreinermeister beeindruckt. Nur wenige Instructoren beherrschten die Anreisstechnik, das Aussägen an der Bandsäge und das finale Profilieren auf der Kehlmaschine – und sie zeigten es gerne. Gestandene Maschinenspezialisten bekamen glänzende Augen, wenn sie das obligate «Böckli» für geschweifte Teile auf den Kehlmaschinentisch schrauben durften und sie ihre Spezialität zeigen konnten.

### Wer hat schon mal?

Bereits damals haben nur wenige Holzfachleute ausserhalb der Maschinenkurse selber Krümmlinge gefräst.

Einer, der diese Arbeiten aber noch immer beherrscht und sie auch regelmässig anwendet, ist Schreiner Renato Projer in Tiefencastel. Nur fertigt er in seiner Werkstatt Krümmlinge mittlerweile nicht mehr mit Bandsäge, Suvaschutz und «Böckli», sondern auf einem 5-Achs-CNC-Zentrum unter Zuhilfenahme modernster CAD-CAM-Technologie. Pro Jahr fertigt er einige Dutzend Krümmlinge für Treppenbauer und Schreiner an. Die Herstellung solch komplexer Formen braucht viel Erfahrung und Fachwissen, die sich Projer angeeignet hat. Bevor CNC-Fräszentren in die Holzbearbeitung Einzug gehalten haben, konnte man Krümmlinge nur mit Bandsäge und Kehlmaschine herstellen oder sie aus einem Block schnitzen. «Dies ist heute dank den

modernen Maschinen bedeutend leichter, zumindest aus handwerklicher Sicht. Aufwendig ist aber nach wie vor die Formfindung und die Datenaufbereitung», sagt Renato Projer. Moderne Hilfsmittel helfen, die enormen Datenmengen für die Steuerbefehle aufzubereiten.

### Nie gleich alles wegfräsen

Zum Einsatz kommt bei Projer die Software «Router» von Mastercam. Damit lassen sich die ganzen Bearbeitungen automatisieren. Zuerst räumt ein Schruppfräser alles überflüssige Material bis auf eine definierte Restkontur weg.

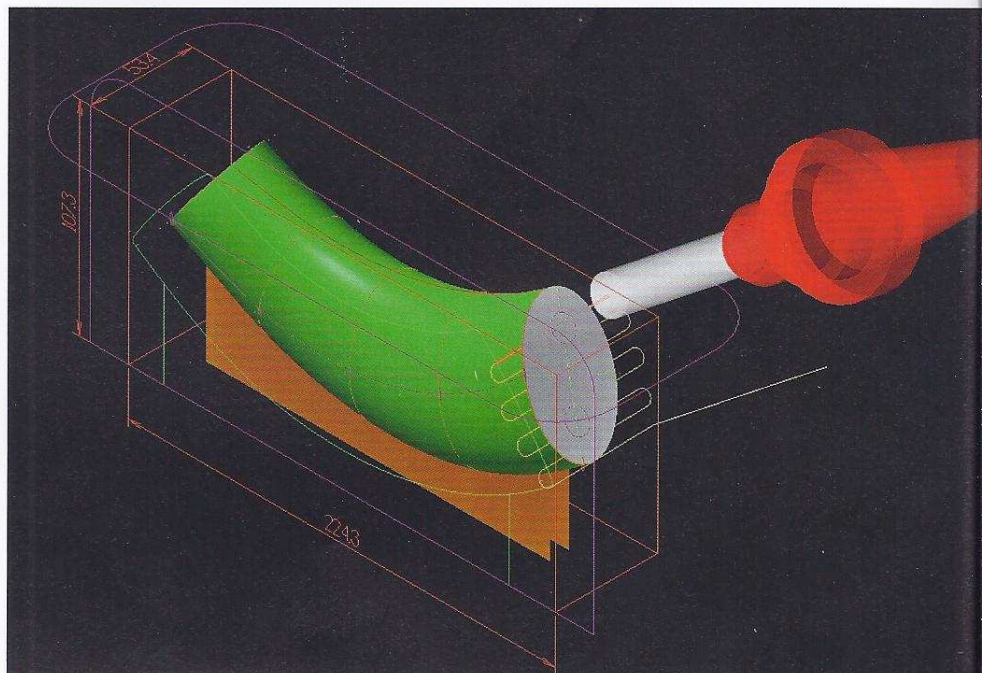
Zur Vorbereitung braucht es lediglich die Einstellung einiger Parameter, wie die Auswahl eines Werkzeugs mit den dazugehörigen Bearbeitungswerten, die Eingabe der Rohblockkonturen und die Ausklammerung des Haltesteges. Dieser bleibt beim Fräsen unberührt und sorgt für eine feste Verbindung vom Werkstück zum Maschinentisch. «Den Verbindungssteg muss man nach der CNC-Bearbeitung von Hand entfernen. Man sollte diesen daher in eine

Zone legen, an der dies einfach zu gewährleisten ist, etwa in einfach zu erreichenden Zonen», sagt Projer. Er legt diesen Steg jeweils in der Aussenkurve an, schneidet ihn nach der CNC-Bearbeitung auf der Bandsäge weg und verputzt das Ganze von Hand. Je nach Holzart genügen wenige Millimeter Materialstärke. «Es ist dabei von Vorteil, Bearbeitungen, die grossen Schnittdruck erzeugen, vor dem Schruppen zu erledigen, solange das Ganze noch stabiler ist», sagt Projer. Aus diesem Grund bringt er vor dem Schruppen immer zuerst die Verbindungsdübel zum nächsten Element an. Das ergibt am Schluss deutlich weniger Ungenauigkeiten beim Übergang.

### Eingreifen nur im Notfall

Sind alle notwendigen Parameter eingestellt, kann die Software einen Probelauf simulieren. Dabei lässt sich jede einzelne Bearbeitung anhand einer Navigationslinie im Verlauf analysieren und man kann notfalls eingreifen, etwa wenn wegen der Faserichtung des Holzes eine andere Fräsreihenfolge geeigneter erscheint. Die von der

**Simulationsfahrt im CAD-CAM-Programm:** Die roten Linien definieren den Rohblock, die orangenen zeigen den Fräsweg auf, der braune Bereich unten bildet die Verbindung zur Aufspannung.



Software errechnete Bearbeitungsweise ist aber in der Regel effizienter, als die selber konzipierte. Projer empfiehlt daher, nur bei offensichtlichen Fehlern einzugreifen.

### Qualität bestimmt die Fräszeit

Im zweiten Durchgang erfolgt das Schlichten. Diese Bearbeitung erfordert deutlich mehr Fräszeit. Man kann dabei die seitliche Versetzung der Fräsbahnen einstellen und so die Oberflächengüte direkt beeinflussen. «Wählt man sehr wenig Versetzung, braucht es sehr viel mehr Operationen und die Bearbeitungszeit kann sich vervielfachen», weiss Projer. Man muss also eine optimale Balance zwischen Oberflächengüte und Fräszeit finden.

Beeinflussbar ist die Oberflächenqualität auch durch die Aufteilung des Krümmlings in Segmente. «Bei der CNC-Technik spielt die Anzahl Werkstücke nur eine marginale Rolle», sagt Projer. Ob nun ein grosses Teil oder zwei kleinere Teile bearbeitet werden, vergrössert den Aufwand nur wenig. Er empfiehlt daher, die Formteile eher klein zu stückeln und damit die Holzfasern am Rohstück positiv zu beeinflussen. Je grösser die Kreissegmente und umso enger die Radien, desto mehr erscheinen die Fasern als Stirnholz. Für den manuellen Feinschliff kann man dann die Teile zum ganzen Krümmling zusammenbauen.

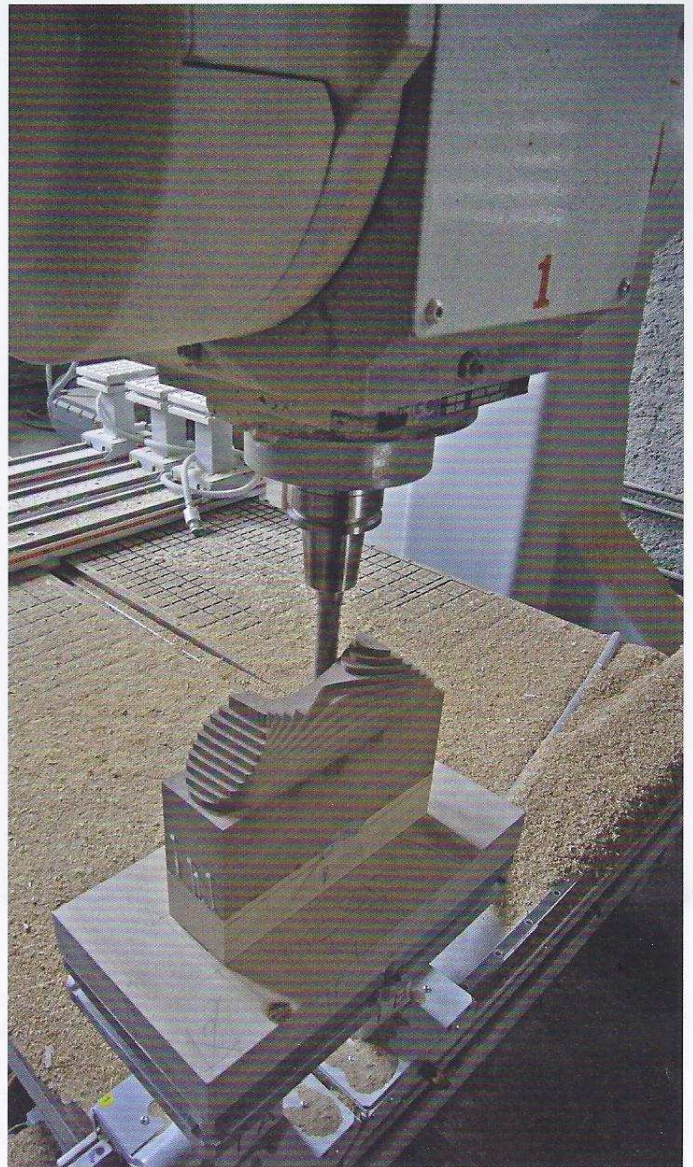
### Ohne passende Software geht nichts

Ein wichtiges Thema beim Anfertigen von Krümmlingen ist das Konstruieren am CAD. Heutige Systeme erlauben das Zeichnen von Formteilen mit wenig Aufwand. So braucht Projer als Grundlage nur die geometrisch konstruierte Mittelachse sowie einen Profilquerschnitt. Am Computer kann er dann den Querschnitt auf der Mittelachse platzieren und mit wenigen Klicks entlang der Achse das Volumen errechnen. Anschliessend teilt er die zu bearbeitenden Bereiche in Einzelteile auf, ergänzt die Stossflächen mit Verbindungsdübel, und errechnet die Kontur des Rohblocks. Zusätzlich definiert er den Haltesteg und weist Werkzeuge zu. Dann erzeugt der Postprozessor automatisch das komplette Bearbeitungsprogramm.

### Schwierige Massaufnahme

Beim Aufteilen der Segmente rät der Fachmann, immer auch eine kurze gerade Strecke am Ende der Formteile mitzufräsen,

Bevor es an die eigentliche 5-Achs-Bearbeitung geht, muss man mittels Schruppfräser die groben Konturen modellieren.



also den Übergang erst auf der Geraden zu platzieren. Damit eliminiere man unschöne Übergänge, etwa durch falsche Gehrungen, die zu Zeiten der manuellen Fertigung von Krümmlingen kaum zu vermeiden gewesen seien.

«Kann man eine CAD-Zeichnung übernehmen, ist die Aufgabe relativ einfach», weiss Projer. Schwieriger sei aber die Massaufnahme vor Ort bei bestehenden Treppen und das anschliessende Konstruieren am CAD. Dazu verwendet Renato Projer ein 3-D-Messgerät auf einem Stativ. Mittels Messstift und Kabel erfasst er möglichst viele Einzelpunkte. Das Gerät kann aufgrund der Kabelneigung, -richtung und Distanz zu Messstellen eine dreidimensionale Punktwolke errechnen. Diese lässt sich im CAD zu einer Polylinie verbinden. Das anschlies-

sende Setzen des Querschnitts auf der Linie und das Erzeugen des Volumens sei dagegen wieder relativ einfach. Doch es braucht Fingerspitzengefühl, um Differenzen an der Unterkonstruktion auszugleichen.

Immer öfter hat es Projer mit Metallgeländern zu tun, die mit einem Handlaufprofil aus Kunststoff ausgeführt wurden. «Diese Profile aus PVC durch einen Handlauf aus Holz zu ersetzen, ist schwierig, denn die Schlossereien haben damals viel Anpassarbeiten auf der Baustelle erledigt und am Schluss das Ganze durch das Kunststoffprofil verdeckt», weiss Projer. Entsprechend gross sei der Anpassbedarf beim Sanieren dieser Metallgeländer.

WI

→ [www.moebel-treppen.ch](http://www.moebel-treppen.ch)