

## 3D Konstruktion von Schneidwerkzeugen für den Karosseriebau

Zur Optimierung der Prozesskette, bestehend aus Gusskörper, Schneidflächen und Werkzeugkörper wird in Zukunft nicht mehr auf die Erstellung von 3D-Daten verzichtet werden. Durch die Entwicklung neuer Konstruktionsmethoden konnte die Fa. iCapp GmbH in Zusammenarbeit mit der August Läßple GmbH & Co. KG hier die entscheidenden Voraussetzungen für eine effiziente virtuelle Prozesskette schaffen. Abb. 1 zeigt das Ergebnis der Konstruktion von Schneidwerkzeugen am Beispiel einer Porsche Seitenwand.

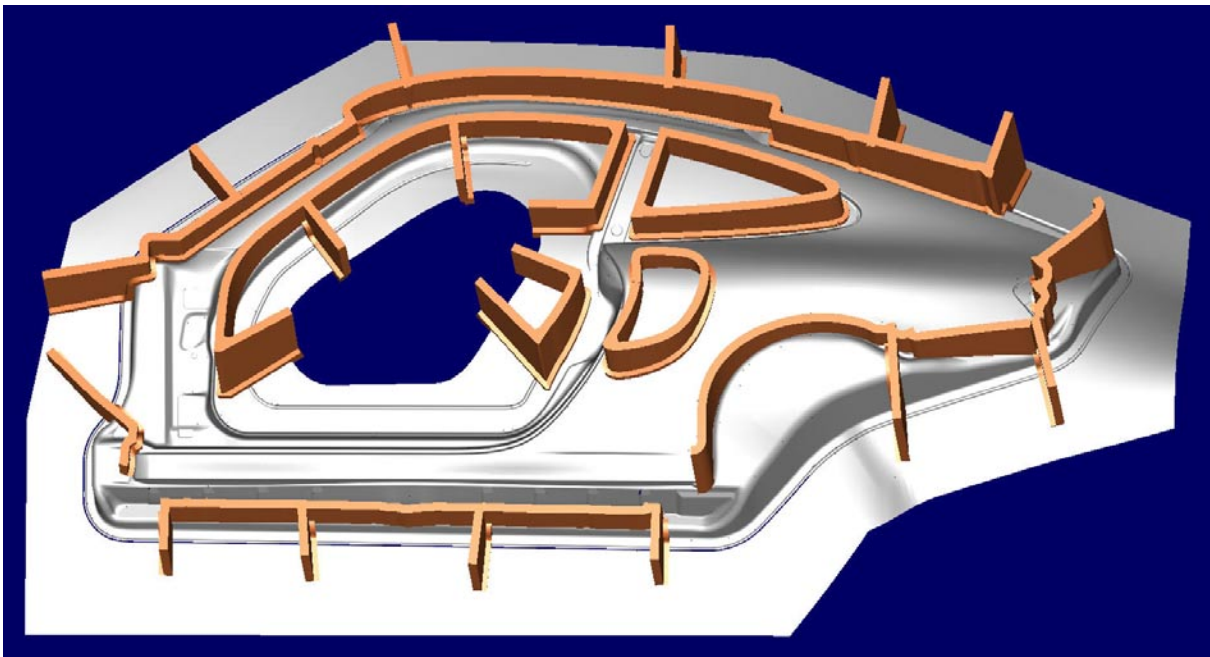


Abb. 1: Automatische Erstellung der Grundkörper und Wirkflächen für die Schneidwerkzeuge (Schieberbereiche nicht dargestellt) einer Porsche Seitenwand, Arbeitsaufwand ca. 2 Stunden

Im Bereich des Werkzeugbaus wächst der Druck durch Kosten und Termine ständig. Alle am Produktentstehungsprozess Beteiligten sind gezwungen, Ihre Prozesse zu optimieren. Für die Konstruktionsabteilung der Fa. Läßple bedeutet dies, stupide Routineteile weitestgehend zu automatisieren bzw. soweit zu vereinfachen, dass die hochqualifizierten Konstrukteure möglichst effektiv eingesetzt werden können. Separate Software-Tools, die speziell auf diese

Routineteile zugeschnitten werden, lassen sich kundennäher und schneller realisieren als z.B. vollautomatische Lösungen oder auch Module, die erst aufwendig in so genannte general-purpose Konstruktionsprogramme integriert werden müssen. Diese Software-Tools sind sehr effizient und deswegen gut für die Lösung von Detailproblemen geeignet. Die Konstruktion von Schneidwerkzeugen stellt einen solchen Anwendungsfall dar.

**Die Konstruktion wird mehr und mehr zum Flaschenhals in der Prozesskette der Schneidwerkzeuge. Automatisierungen und Vereinfachungen verkürzen nicht nur die Konstruktionszeit, sondern vor allem auch den Gesamtprozess.**

Ein kurzer Blick auf die Prozesskette verdeutlicht den Handlungsbedarf: Nach dem Tiefziehen von Karosserieblechteilen muss das überflüssige Material vom Blechteil getrennt werden. Dafür werden Schneidwerkzeuge benötigt. Die Rohlinge für diese Werkzeuge werden heute überwiegend nach dem Lost-Foam Verfahren gegossen, die Wirk- und Anlageflächen anschließend durch Fräsbearbeitung realisiert. Zur Fertigung eines typischen Kotflügels werden zumeist drei Beschneide-Operationen eingesetzt. Dabei entsteht alleine für die 3D-Konstruktion der Schneidmesser ein Arbeitsaufwand von mehr als 100 Stunden.

Mit den heute verfügbaren Programmen zur Erstellung von Ziehgeometrien ist es möglich, sehr schnell die Konstruktion der Ziehwerkzeuge zu starten. Diese sind aber in der Regel nicht terminkritisch. Dagegen werden Beschneidewerkzeuge mit ihrer Vielzahl an Bauteilen, teilweise in Kombination mit Nachformbereichen, immer terminkritischer. Um sie effizient konstruieren zu können, sind zuerst deren Wirkflächen zu definieren. Diese Vorarbeit ist zeitaufwendig und wirkt sich besonders kritisch auf die Einhaltung der Termine aus. Im Laufe der Werkzeugkonstruktion, der Gussmodellbeschaffung und sogar noch während des Werkzeugbaus fallen zusätzlich immer wieder Änderungen an. Anpassungen oder sogar Neukonstruktionen der Werkzeuge stehen auf der Tagesordnung. Trotzdem: Um die Gussbeschaffung mit Durchlaufzeiten von 4 bis 8 Wochen frühzeitig anstossen zu können, müssen die 3D-Modelldaten vorliegen.

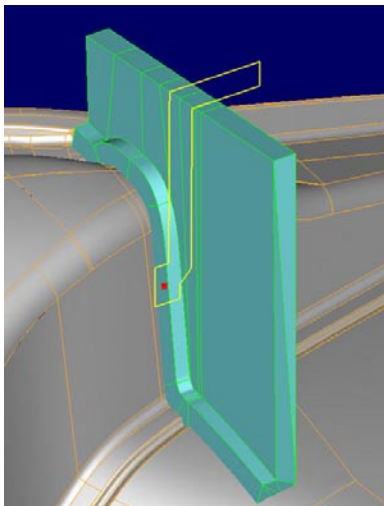


Abb. 2: Abfalltrenner im hinteren Radbereich der Porsche Seitenwand

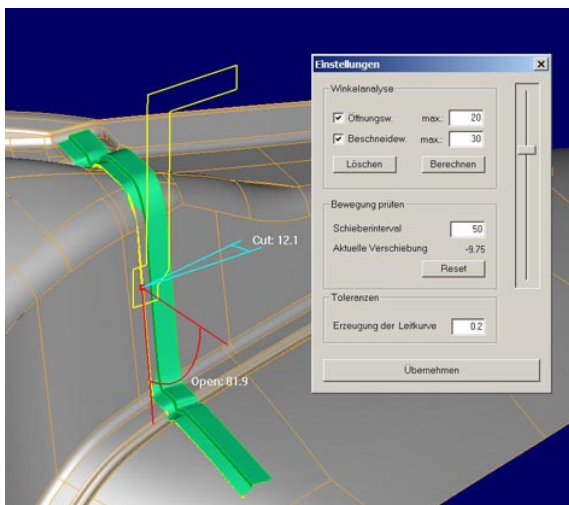


Abb. 3: Wirkfläche für Abfalltrenner, Analyse der Schneidwinkel sowie Animation der Bewegung

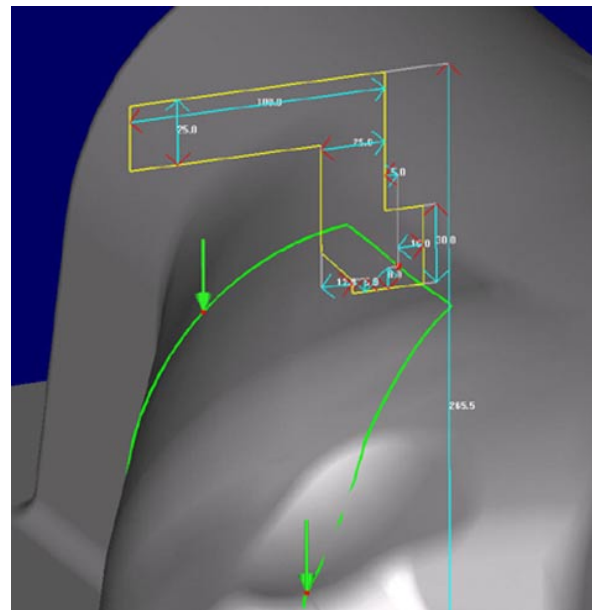


Abb. 4: Komplexe Beschreibung und Parametrik des Gusskörpers

**Die neue Software wurde bei Läpple erfolgreich getestet. Der Zeitaufwand zur Konstruktion der Schneidwerkzeuge konnte erheblich reduziert werden.**

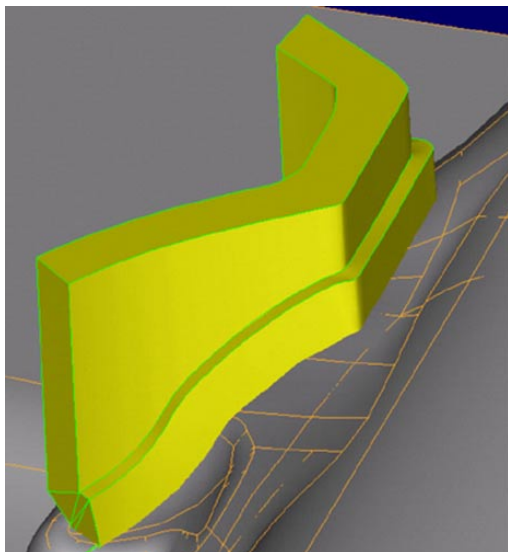
Um effizient konstruieren und Änderungen einbringen zu können, muss der manuelle Aufwand auf die konzeptionellen und kreativen Tätigkeiten reduziert werden. Der Detaillierungsgrad der Konstruktion sollte dazu dem Bedarf der weiteren Prozessschritte optimal angepasst werden. Die eingesetzten Berechnungsmethoden müssen robust ausgelegt werden, so dass sie auch bei unvollständigen Datensätzen sinnvolle Ergebnisse liefern. Der Versuch, für diese Aufgabe parametrische, general-purpose CAD-Systeme einzusetzen, scheitert schon in der Volumenkonstruktion: Die üblichen Sweeping- und Lofting-Funktionen bringen nur unzureichende Ergebnisse. Enge und unregelmässige Radien führen zu Über-

schneidungen in den Flächen. Gleichzeitig werden kleine geometrische Ausprägungen zum Teil unerwünscht vergrössert. Die Überschneidungen lassen sich zwar automatisch erkennen, nicht aber automatisch korrigieren. Erfahrungsbasierte Regeln und robuste aber prozessorientierte Konstruktionsmethoden sind in diesen Systemen nur mit sehr grossem Aufwand bzw. gar nicht zu integrieren. Noch komplexer und nicht machbar ist die Auslegung der Wirkflächen: Hier wird die Berücksichtigung von lokalen Offsets in Kombination mit einer konstruktiven Freistellung entlang der Beschnittkurve benötigt. Aus diesen Gründen wurde eine eigenständige Software konzipiert.

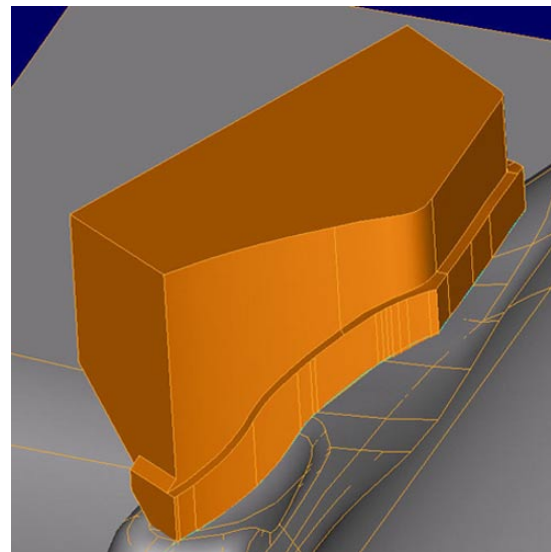
**Die Entwicklung neuer mathematischer Methoden bringt hier die entscheidenden Vorteile.**

Für die Schneidmesser sind der Gusskörper mit seinem Übermass, die Wirkflächen mit Ihren Verlängerungen und der fertige Schneidkörper zu konstruieren. Unter Berücksichtigung der praktischen Anwendbarkeit wurde ein prozessspezifisches Parametermodell zur Beschreibung und Variation der Gusskörper und Wirkflächen entwickelt. Der resultierende Schneidkörper ergibt sich aus dem Schnitt des Gusskörpers mit den Wirkflächen und muss deswegen nicht gesondert behandelt werden. Für die Gusskörper werden ausgehend von der gegebenen Bauteiloberfläche und der Beschneidekontur zusammenhängende Segmente von Schneidmessern, so genannte

Schneidkränze, konstruiert. Für jedes Messer lässt sich eine separate Arbeitsrichtung definieren und hinsichtlich der sich daraus ergebenden lokalen Beschneidewinkel (Abb. 3) prüfen und modifizieren. Der Konstrukteur stellt mittels Maus-Interaktion die Parameterwerte für das Leistenprofil sowie für die Konstruktion der Wirkflächen ein (Abb. 4). Die Berechnung der Elemente erfolgt automatisch. Gelöst wird diese Aufgabe, indem der Volumenkörper mittels 3D-Offset-Kurven so erstellt wird, dass Überschneidungen und Unebenheiten schon bei der Kurvenberechnung herausgefiltert werden (Abb. 5 u. 6).



*Abb. 5: Automatische Konstruktion des Grundkörpers für das Schneidwerkzeug*



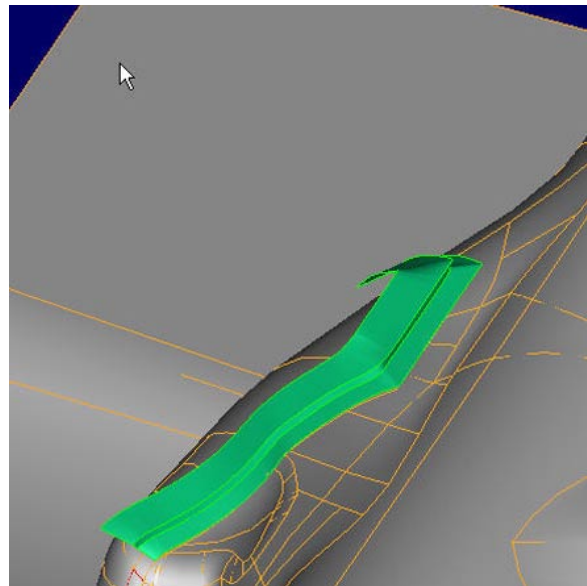
*Abb. 6: Zum Vergleich: Herkömmliche Konstruktion des Schneidwerkzeugs*

**Automatische Updates der Gusskörper und Wirkflächen lassen sich nicht nur durch die Veränderung einzelner Parameter, sondern auch durch die Berücksichtigung neuer Beschneidekonturen auslösen.**

Die Schwierigkeit bei der Konstruktion der Wirkflächen (Abb. 7) besteht darin, dass diese bezüglich der Arbeitsrichtung des Schneidwerkzeugs einen ersten Kontakt zwischen Werkzeug und Blech entlang der Beschneidekontur gewährleisten müssen. Übliche Methoden, vorhandene Bauteilflächen auszuschneiden und zu verschieben, reichen bei den heute sehr stark gekrümmten Karosserie-Blechteilen nicht mehr aus. Es werden zu viele Einzelschritte in Abhängigkeit von der lokalen Geometrie benötigt. Diese Vorgehensweise ist nicht automatisierbar und nicht reproduzierbar. Vor allem an Übergängen zu steilen Flanken wird die zusätzliche Berücksichtigung eines über mehrere Teilflächen zusammenhängenden Flächen-Offsets notwendig.

Um das Eingriffs- und Kontaktverhalten des Schneidwerkzeugs steuern zu können, sollte eine zusätzliche Scherung entlang der Schneidleiste berücksichtigt werden. Durch diese Massnahmen lassen sich im späteren Einsatz der Werkzeuge sowohl die benötigten Pressenkräfte als auch die Lärmemissionen verringern. Funktionen zur Berechnung des Öffnungs- und Schneidwinkels und die animierte Bewegung der Werkzeugelemente (Abb. 3) geben wichtige Zusatzinformationen zur Bewertung der Konstruktionen.

Zahlreiche Funktionen und Tools zum Visualisieren, Messen und Analysieren ermöglichen ein übersichtliches und effektives Arbeiten mit der Software. Alle erzeugten Flächen liegen im NURBS-Format vor. Um die Daten in beliebigen anderen CAE-Systemen verwenden zu können, wurden bidirektionale Konverter



*Abb. 7: Automat. Konstruktion der Wirkflächen entsprechend des Grundkörpers in Abb.6*

für die Formate IGES, VDA, STEP, CATIA V4 und V5 integriert. Ausserdem lassen sich über einen Vernetzer die Oberflächen in beliebiger Feinheit auch als Dreiecksnetze beschreiben und exportieren.

Zurzeit wird die Portierung in die Catia V5 Oberfläche vorbereitet. Ausserdem werden Erweiterungen für die Konstruktion von Nachform- und Nachschlagleisten vorgenommen. iCapp bietet darüber hinaus bereits ein Modul zur Erzeugung von grossflächigen Offset-Flächen an. Diese werden für die Werkzeugkonstruktion von Gussrohlingen für Grosswerkzeuge benötigt.

*iCapp GmbH  
Dr. Jörg Danzberg  
Technoparkstrasse 3  
CH-8005 Zürich  
Tel.: +41 43 818 2515  
Fax: +41 43 818 2517  
E-Mail: Danzberg@iCapp.ch  
www.iCapp.ch*

*August Läpple GmbH & Co. KG  
Markus Straub  
Austrasse 88  
D-74076 Heilbronn  
Tel.: +49 7131 131 403  
Fax: +49 7131 9828 443  
E-Mail: M.Straub@Laepple.de  
www.Laepple.de*