



FACHBEITRAG

Innovative 3D-Volumenkalkulation ist in der Praxis angekommen

- **Schnelle, genaue und vollständige Kalkulation mit visueller Unterstützung am Bildschirm**

von *Siegfried Rausch, Dernbach*

Die innovative 3D-Volumenkalkulation von R+B, erstmalig in ihrer Art, revolutioniert die Zeitkalkulation und bietet neue Möglichkeiten bei der Optimierung der Produktionsabläufe. Die Kalkulationsergebnisse werden an einem plastischen 3D-Volumenmodell sichtbar, so dass die Zeitkalkulation visuell nachvollziehbar wird, Fehlerquellen ausgeschlossen und die Gesamteffizienz gesteigert werden können. Die integrierte Fertigungsorganisation FORB von R+B bietet eine effektive Online-Unterstützung bei den unterschiedlichen Kalkulationsaufgaben der Geschäftsprozesse. Dieses Spektrum umfasst die Zeit-, Angebots- und Schnellvorkalkulation sowie die mitlaufende Nachkalkulation, welche Funktionsbausteine des bewährten ERP-/PPS-Systems sind.

Mit der Integration der innovativen Volumenkalkulation in das FORB-Kalkulationssystem bietet die R+B GmbH den Anwendern eine breite Plattform für die Kalkulation mit individuellem Zuschnitt auf die Gegebenheiten in der betreffenden Arbeitsvorbereitung. Die Gesamtkonzeption sieht derart aus, dass nicht zwingend für jedes Werkstück nun das neuartige Kalkulationsverfahren zum Einsatz kommen muss und beispielsweise nicht "mit Kanonen auf Spatzen geschossen wird". Die FORB-Kalkulation für Einzelteile sowie kompletter Baugruppen zeichnet sich generell durch folgende Leistungsmerkmale aus: Kalkulation mit Staffelmengen, mit unterschiedlichen Kostensätzen, Zuschlägen sowie alternativen und mengenabhängigen Arbeitsplänen und Kalkulationsstücklisten.

Der große Vorteil, über eine 3D-Ansicht zu verfügen, zeigt sich bereits im Rahmen der Konstruktion für die zu fertigen Werkstücke. Ebenso kann sich auch der Arbeitsvorbereiter in Bezug auf die Kalkulation, insbesondere im Rahmen der Vorkalkulation, die 3D-Werkstückmodellierung zu Nutze machen. Konsequenter und hinreichend genaue Kalkulation der Bearbeitungszeit eines Features genutzt. Die aufgelösten Einzelfeature und die Beziehungsinformationen, die aus der automatischen Feature-Erkennung abgeleitet werden, ermöglichen, die Bearbeitungszeit zu ermitteln. Es wird dabei dem

Feature orientierten Ansatz gefolgt, um eine Prozess gerechte Abbildung sowie einen transparenten und durchgängigen Informationsfluss zu gewährleisten. Dies erfordert die Nutzung der entsprechenden 3D Bearbeitungs-Algorithmen und die Integration der Module zur automatischen Feature-Erkennung in das FORB-Kalkulationssystem sowie die Erweiterung des Datenbankkonzepts zur Verwaltung und Werkstück übergreifenden Auswertung von Kalkulationsresultaten.

Weiterhin setzt das FORB 3D-Volumen orientierte Konzept die Existenz von spezifischen Zerspanungszeiten (Grundzeit/je Einheit) voraus. Mit dieser Vorgehensweise kann der Arbeitsvorbereiter ausgehend von der Ansicht des Rohteils durch die Feature-Übernahme einschließlich der Technologiedaten schrittweise den Volumenabbau bis zum Fertigteil verfolgen, kontrollieren und ggfs. korrigieren.

Volumenkalkulation vermittelt

hohe Transparenz und Planungssicherheit

Die FORB-Volumenkalkulation bietet mit der grafisch interaktiven Erstellung der Kalkulation die Möglichkeit, diese in der Datenbank per Referenzschlüssel abzulegen und im Bedarfsfall gezielt abzurufen. Somit werden die Bearbeitungsschritte einer kompletten Bearbeitungsfolge oder Bearbeitungsstrategie in einer Datenbank verwaltet. Diese Folgen bzw. Bearbeitungsstrategien können beliebigen Konturen zugeordnet werden, so dass ein erneutes Zusammenstellen entfällt und der Arbeitsvorbereiter Zeit spart. Vor diesem Hintergrund und der erforderlichen Funktionalität können sehr einfach und effektiv folgende Kalkulationen durchgeführt werden:

- **Volumenkalkulation 3D-Drehen**
Die Kalkulation sieht das 2 Achsen-Drehen mit Plan-, Längsschruppen und Kontur paralleles Schruppen sowie das Ausschuppen von fallenden Konturen vor. Weiterhin werden Schichten, Einstiche, Bohrungen auf der Drehmitte und die Eingabe eines Gewindezyklus unter Beachtung unterschiedlicher Rohteile berücksichtigt.
- **Volumenkalkulation 3D-Fräsen**
Hier bezieht sich die grafisch interaktive Kalkulationserstellung auf die entsprechenden Bohr- und Fräsbearbeitungen, wobei im Falle des Flächenfräsens eine automatische Inselerkennung integriert ist. Zusätzlich lassen sich sowohl einzelne Fräserbewegungen als auch die Bearbeitung in Polygon vorgegebenen Flächen in die Kalkulation einbringen.
- **Volumenkalkulation 3D-Schweißen**
Dieses spezielle Modul zur grafisch interaktiven Erstellung von Schweißkalkulationen verfügt über eine automatische Erkennung der Länge und des Typs der jeweiligen Schweißnaht.

Wie hilfreich die 3D-Visualisierungen während der Kalkulation sind, kann man sich am Beispiel der Schweißnaht-Kalkulation vergegenwärtigen. Denn jede kalkulierte Schweißnaht hebt

sich farblich gekennzeichnet von den noch nicht kalkulierten Nähten ab. Auf diese Weise – und dies gilt analog auch für die anderen Volumenkalkulationen – lässt sich sofort der Status bzw. die Vollständigkeit der Kalkulation mit einem Blick erkennen.

FORB bietet u. a. die Kalkulation für *Drehen mit angetriebenen Werkzeugen* einschließlich Fräsen und Bohren auf Plan-, Mantel- und Schnittflächen. Dabei erfolgt die Kalkulation für jede Ebene getrennt – entsprechend bei der Bearbeitung der Mantelfläche über die Abwicklung. Es sind alle gängigen Drehbearbeitungen integriert, und sie werden wie auch die Fräs- und Bohrbearbeitungen Brennen, Schleifen, Schweißen in 3D-Ansichten dem Anwender zur Verfügung gestellt.

Effiziente Werkzeuge zur Abbildung des Volumens

Zur effektiven Verwaltung aller Daten im FORB-3D-Kalkulationssystem dient eine Datenbank, so dass mit unterschiedlichen, individuell verknüpfbaren Suchkriterien sich archivierte Kalkulationen u. a. auffinden, ändern, löschen, auflisten und ausdrucken lassen. Diesen Kalkulationen sind ebenfalls in der Datenbank die zugehörigen Parameter, wie Geometriedaten, eindeutig zugeordnet. Das FORB-Geometriemodul ermöglicht die Berechnung auch komplizierter Werkstückkonturen – selbst bei mangelhaften bemaßten Vorlagen. Völlig unproblematisch gestaltet sich die Übernahme von Werkstücken in 2D-Darstellung, die auf gängigen CAD-Systemen konstruiert wurden, in das FORB-Kalkulationssystem. Somit wird für die Kalkulation keine erneute Geometrie bzw. Konturerstellung erforderlich.

Gilt es, Arbeitspläne und Kalkulationen für Werkstücke mit einfachen Konturen zu erstellen, genügt in der Regel die Anwendung des in Frage kommenden einzelnen standardisierten Kalkulationsbausteins z. B. für Bohren, Drehen, Fräsen, Schleifen, Schweißen, Brennen oder Sägen und dies teilweise auch ohne Grafiken. Doch werden die Teile komplexer und erfordern komplizierte Bearbeitungsschritte, empfiehlt es sich, mit geeigneten Visualisierungen zu arbeiten, insbesondere mittels der 3D-Darstellung. Daher bietet FORB basierend auf den ACIS-3D-Kern den Arbeitsvorbereitern entsprechende 3D-Software-Tools beispielsweise für den Input und Export von 3D-Daten, zur Volumenerzeugung sowie Analyse und Manipulation. So können 3D-Körper im SAT-Format und Step-Format in die FORB-3D-Kalkulation importiert werden und die vorhandenen Konturen, z. B. Bohrungen sowie deren Tiefen, entnommen werden. Zur Manipulation dienen diverse Funktionen wie Boolesche Operationen, Schnitte und Transformationen.

Ein wesentliches Software-Tool bildet in diesem Zusammenhang die Bohrungsanalyse, sie durchsucht das 3D-Objekt und listet sämtliche ermittelten Bohrungen auf. Die Bohrungen

werden entsprechend zu Gruppen zusammengefasst. Es werden die jeweils zur Kalkulation benötigten Bohrungskordinaten und – informationen ausgegeben. Weiterhin steht ein Datenbank gestützter Werkzeug- und Technologiecatalog mit unterschiedlichen Selektionskriterien zur Verfügung. Somit werden Werkzeuge, die für die Kalkulation des Werkstücks ausgewählt wurden, und die zugehörigen Schnittdaten dementsprechend aus der Technologiedatenbank direkt in die Kalkulation übernommen.

Übergreifende Kalkulations-Plattform mit FORB

Das FORB-Kalkulationssystem bietet dem Anwender mit großer Funktionalität, anwendungsspezifischer Vielfalt sowie mit den neuen Möglichkeiten der Volumenkalkulation ein auf seine Belange abstimmbares Kalkulationsverfahren. Bereits mit dem Grundmodul steht ihm eine komfortable Verwaltung der Kalkulationsdaten zur Verfügung. Neben der Kalkulationsneuanlage, dem Kopieren von erstellten Kalkulationen, einer Kalkulationsänderungshistorie kommen diverse nutzvolle Funktionen hinzu. Das Erstellen und Bearbeiten von kompletten Baugruppen innerhalb einer Kalkulationsstruktur einschließlich grafischer Verknüpfungen zur Unterstützung der Visualisierung gehört ebenfalls dazu, wie das Einfügen von Einzelkalkulationen aus einer vorhandenen Kalkulationsbaugruppe.

Ebenso komfortabel gestaltet sich die Arbeitsplanverwaltung. Zum einen kann der Arbeitsplan aus einem übergeordneten ERP-PPS-System übernommen, zum anderen kann die Erstellung des Arbeitsplans in FORB erfolgen. Dabei berücksichtigt die automatische Generierung des Arbeitsablaufs die technologisch bedingte Reihenfolge. Völlig unproblematisch lassen sich Arbeitspläne unter zu Hilfenahme bestehender Arbeitspläne erzeugen. Jederzeit kann der Arbeitsvorbereiter Arbeitsgänge ändern, im Arbeitsgang Rüstzeiten und Einzelzeiten zuordnen sowie eine Stückzeitberechnung pro Arbeitsgang durchführen. Weiterhin kann er den jeweiligen Arbeitsplan mit einer zugehörigen n-stufigen Kalkulationsstruktur verknüpfen. Zur Abrundung ermöglicht das Kalkulationssystem im Rahmen der Arbeitsplatzverwaltung die Festlegung der Kostenstelle, der Maschinengruppe und der Arbeitsplatzressourcen sowie die Verwaltung der entsprechenden Minutensätze für die Bearbeitung.

Grundsätzlich unterstützt das System den Arbeitsvorbereiter bei der Auswahl des von ihm bevorzugten Kalkulationsverfahrens für die einzelnen Arbeitsvorgänge. Hierbei kann zum einen die Eingabe der Hauptzeit (t_n), der Nebenzeit (t_n) sowie der Rüstzeit (t_r) manuell vorgenommen werden. Darüber hinaus stehen ihm die Alternativen zur Verfügung, entweder vom Arbeitsgang aus über Zeitschlüssel oder über das grafische Kalkulationsmodul zu den Haupt-, Neben- und Rüstzeiten zu gelangen. Im Falle der Zeitschlüssel-Auswahl erfolgt nach der Parameter-Eingabe z. B. für großen und kleinen Durchmes-

ser, Werkstoff, Anzahl der Schnitte, usw. die Berechnung und Übergabe in den Arbeitsgang der Haupt-, Neben- und Rüstzeiten. Hierzu stellt FORB Kalkulationsbausteine aus dem entsprechenden Technologiespeicher je Kalkulationsverfahren zur Verfügung:

- Drehen
Die Hauptzeitberechnung (t_h) bezieht sich auf Längs-, Plan- und Zapfendreihen, Schruppen, Schlichten, Einstechen, Planstechen, Bohren, Voll- und Ausbohren, Gewindedrehen, Gewindeschneiden sowie Innen- und Außenbearbeitungen.
- Fräsen / Bohren
Die Hauptzeitberechnung (t_h) bezieht sich auf Flächen-, Taschen-, Um- und Nutenfräsen sowie Bohrungsfräsen, Bohren, Gewindebohren, Bohrgruppen, Reiben, Lochkreis, Matrix.
- Schleifen
Die Hauptzeitberechnung (t_h) bezieht sich auf Rundschleifen, Flachsleifen und Planschleifen.
- Schweissen
Die Hauptzeitberechnung (t_h) bezieht auf die automatische Erkennung der Nahtlängen und Ihrer Kennzeichnung nach Nahtart im Volumen.

Brenneschneiden

Graphisch interaktiven Zeitberechnung für Brennschneiden (Anstechfahne und Zwischenpunkte setzen, Startpunkt festlegen, Bezugspunkt für das Platzieren bestimmen usw.).

Die Generierung der Hauptzeit t_h aus dem 3D Volumen

Jeweils werden die ermittelten Hauptzeiten ergänzt um die speziellen

- Nebenzeiten (t_n)
aus der Nebenzeitberechnung unter Berücksichtigung von Einflussfaktoren wie Schnitt zu Schnitt, Aufspannen und der Einstellung firmenspezifischer Nebenzeiten und
- Rüstzeiten (t_r)
aus der Rüstzeitberechnung unter Berücksichtigung von Einflussfaktoren wie Grundrüstzeit, Zeit je Werkzeug und der Einstellung firmenspezifischer Nebenzeiten.

Neben der Anpassungsmöglichkeit an vorhandene Kalkulationsmethoden, kann der Anwender einmal durchgeführte Bearbeitungen in der Datenbank hinterlegen und bei Bedarf auf beliebige Konturen wieder anwenden. Die Vorteile der FORB-Volumenkalkulation bestehen in der schnellen, in Echtzeit optisch kontrollierbaren und hinreichend genauen Werkstückkalkulation für die Arbeitsplanerstellung, Maschinenbelegung, Angebotskalkulation sowie Terminierung der Lieferzeiten. Über die spezielle Datenbankverwaltung können jederzeit bestimmte Kalkulationen sowie über beliebig kombinierbare Sachmerkmale ähnliche Kalkulationen abgerufen und schnell

für eine neue Kalkulation abgeändert werden. Es lassen sich komplette Kalkulationsstrategien hinterlegen, wobei diese sich später auch auf ein beliebiges Volumenteil innerhalb der Teilfamilie anwenden lassen.

Weitere Informationen:

Siegfried Rausch
R+B Entwicklungs- und Vertriebs GmbH
 Ringstraße 17a
 56307 Dernbach
 Telefon: 02689 – 9458 – 0
 Telefax: 02689 – 9458 – 20
 info@r-u-b.de
 www.r-u-b.de

Innovative 3D-Volumenkalkulation ist in der Praxis angekommen

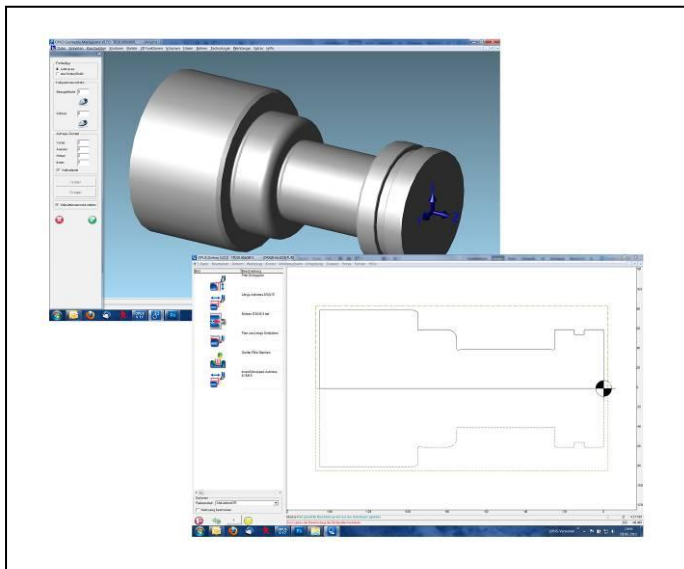


Abb.2 Volumenkalkulation Drehen: Entsprechend der Kontur erfolgt durch Markieren der ausgewählten Bearbeitung in der Bildspalte die Bereitstellung dieses Arbeitsgangs aus der Datenbank. (Quelle: R+B GmbH, Dernbach)

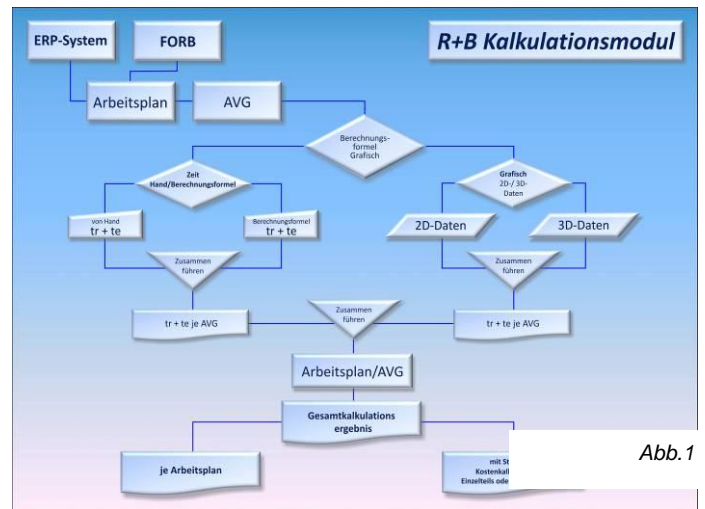


Abb.1

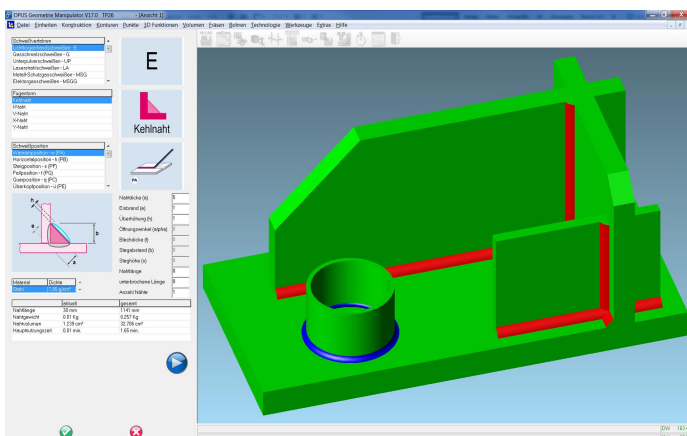


Abb.3 Auslegung der Kehlschweißnähte im Falle des Lichtbogenhandschweißens (Quelle: R+B GmbH, Dernbach)

