

WISSENSBASIERENDE ERZEUGUNG VON BOHRUNGEN

Guido Klette, Sándor Vajna

Zusammenfassung

Mit der zunehmenden Automation von Prozessen in allen Bereichen der Produktentwicklung ist die Datenqualität eine entscheidende Komponente für den Erfolg. Wissensbasierende Anwendungen in der CAD-Konstruktion können system- und abteilungsübergreifend auf vorhandene Daten zugreifen und über eine regelbasierende Verarbeitung einen eindeutigen, schnellen und zuverlässigen Wissenstransfer ermöglichen mit dem Resultat: »first-time-right«!

1 Wissensbasierende Erzeugung von Bohrungen

Dieses Konzept unterstützt die Kommunikation zwischen Unternehmensteilen wie Konstruktion und Fertigung beziehungsweise Arbeitsvorbereitung, wo immer wieder Schwierigkeiten und Fehler auftreten, die durch moderne Software-Werkzeuge und durchgängige Lösungen beseitigen lassen. Noch immer ist die Anzahl notwendiger Iterationen zwischen Arbeitsvorbereitung und Konstruktion vergleichsweise hoch und demzufolge sehr zeit- und kostenintensiv. Einen möglichen Ausweg bieten hier durchgängige CAD/CAM-Systeme. Jedoch ist bislang die technische Zeichnung noch immer das primäre Kommunikationsmittel in den Betrieben und die Verantwortlichen scheuen sich davor, davon abzurücken und die Vorteile der Prozessautomation durch den CAD/CAM-Einsatz zu nutzen.

Zum einen müssen für eine durchgängige CAD/CAM-Landschaft die notwendigen Voraussetzungen geschaffen werden sowie die erforderlichen finanziellen Mittel bereitstehen. Zum anderen muss gewährleistet sein, dass diese Systeme fehlerfrei, genau und zuverlässig arbeiten. Speziell bei den Aspekten der Fehlerfreiheit und Zuverlässigkeit kommt es auf die vom Nutzer in der Konstruktion definierten Eingangsdaten an, die über den gesamten Prozess der Konstruktion und Arbeitsvorbereitung bis hin zur Fertigung bestimmende Größen sind und bleiben. Werden anfangs Fehler erzeugt, ziehen diese oftmals sehr kostspielige und aufwändige Änderungen nach sich. Erschwerend kommt hinzu, dass der Konstrukteur viele Informationsflüsse bündeln und eine adäquate technische Lösung anbieten muss. Normen und Standards innerhalb eines Unternehmens oder auch übergreifende Standardisierungsvorschriften wirken hier unterstützend, dennoch sind beispielsweise die DIN-Festlegungen komplexe Werke, die in Papierform oder ähnlichem eher mühsam zu nutzen sind. Nach [1] (S. 369ff) ist genau diese Informationsbereitstellung Bedingung für fertigungsgerechtes Konstruieren.

Ein wichtiges Element der Produktentwicklung ist die Erzeugung von Bohrungen in der Konstruktion sowie die anschließende und durchgängige Bearbeitung und Auswertung in nachfolgenden Prozessen bis zur Fertigungsfreigabe.

1.1 Optimierung von Routineprozessen

Besonders bei Routineproblemen beziehungsweise sich wiederholenden Prozessen während der Konstruktion – wie bei der Bohrungserstellung häufig zu finden – kann durch den schnellen Zugriff auf Standards, zum Beispiel von sämtlichen Gewindeparametern, und

deren benutzerfreundliche Abbildung effizienter, schneller und vor allem richtig entwickelt werden. Gleichzeitig erhöht sich damit auch die aus der Konstruktion weitergegebene Daten- und Produktqualität. Wie der Endkunde eines Produktes ein an seine Bedürfnisse angepasstes Produkt in geforderter Qualität erwartet, so erwarten auch Bereiche und Abteilungen innerhalb eines Unternehmens beziehungsweise zwischen Unternehmen eine geforderte Qualität der Daten aus den Konstruktionsabteilungen.

Über regelbasierende Anwendungen können eine normgerechte Bohrungskonfiguration und Bohrungserzeugung wesentlich vereinfacht werden. Der schnelle Zugang zu diesem Wissen spielt heute in vielen Bereichen eines Unternehmens eine große Rolle, um von Anfang an fertigungsgerecht zu konstruieren und die Grundlage für die Automation von Prozessen zu schaffen.

Gemeinsam mit Ingenieuren aus Konstruktion und Arbeitsvorbereitung der Mehreren Maschinenbauunternehmen und dem Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik – LMI – der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg wurde ein Werkzeug zur Vereinfachung der Produktentstehung im Bereich Bohrungen entwickelt, das als Grundlage für eine durchgehende Automatisierung von parallelen beziehungsweise aufeinander folgenden Prozessen genutzt wird (Bild 1).

1.2 Definition der Bohrungen über eine regelbasierende Auswahl und Steuerung

Dazu benötigt der Anwender ein Werkzeug mit einem direkten Online-Zugriff auf häufig verwendete Normen für Bohrungen während der Erstellung der Bohrung im CAD/CAM-System. Deshalb müssen Standardbohrungen, -senkungen, -gewindebohrungen, -passbohrungen inklusive -passungsauswahl sowie -durchgangsbohrungen zur Verfügung stehen. Darüber hinaus werden betriebsinterne Vorzugsreihen abgebildet und kenntlich gemacht. Die Definition der Bohrungen erfolgt über eine regelbasierende Auswahl und Steuerung mit Hilfe des Benutzerdialoges. Das Dialog-Layout und die Nutzung orientieren sich bewusst an den im CAD/CAM-System vorhandenen Dialogen (Bild 2).

Das hier verwendete CAD/CAM-System Unigraphics NX verfügt über eine regelbasierende Programmierumgebung innerhalb eines KBE-Moduls (Knowledge Based Engineering), die neben der Abbildung und Implementierung von Ingenieurwissen in das CAD/CAM-System auch die Anbindung an Datenbanken und weiteren Definitionsdateien ermöglicht. Mit Hilfe des KBE-Moduls wurde die regelbasierende Steuerung des Benutzerdialoges sowie der Aufruf und die Zuweisung von Bohrungen nach oben genannten Forderungen realisiert.

Die Pflege von Informationen über Werksnormen, Standard- und Vorzugsreihen, die zur Bohrungserzeugung genutzt werden, gehören in der Arbeitsvorbereitung und in der Fertigung zum Alltagsgeschäft. Denn insbesondere hier spielen das Wissen um die Bestände vorhandener Werkzeuge sowie deren Einsatz eine wesentliche Rolle. Die Normdaten werden demnach dort gewartet, wo sie erzeugt und primär verwendet werden (eigendynamischer Effekt) und anderen, insbesondere vorgelagerten Bereichen wie der Konstruktion zur weiteren Nutzung digital lesbar zur Verfügung gestellt.

Die Informationen zu den Normen und Vorzugsreihen können in Form von Datenbanken oder ganz einfach in einer ASCII-Datei gespeichert werden, die über einen zentralen oder dezentralen Zugriff als Normdatei dienen kann. Dieses Vorgehen lehnt sich an das Arbeiten mit Gewindetabellen an, in denen sehr viele Informationen zu Gewinden enthalten sind und die deshalb sehr vielseitig nutzbar sind.

Neu ist weiterhin, dass neben der Gewindeerzeugung unter anderem auch die Erstellung von Bohrungen, Passungen und Durchgangsbohrungen mit Normen verknüpft ist und in die Anwendung integriert werden konnte (Bild 3 und 4). Wird vom Konstrukteur zum Beispiel

eine einfache Bohrung mit einem bestimmten Durchmesser angedacht, so überprüft das System selbstständig, ob hierfür die erforderlichen Werkzeuge in der Fertigung vorhanden sind und gibt sofort eine visuelle Rückkopplung zum Ergebnis der Überprüfung.

Der direkte Zugriff auf diese Daten macht bislang notwendige redundante Datenbestände, Listen und Vorschriften überflüssig. Die Daten lassen sich nun, falls erforderlich, beispielsweise als ASCII-Daten über Batch-Routinen automatisch aktualisieren.

1.3 Reduktion des Konfigurationsaufwands

Durch eine intuitive und regelbasierende Auswahl von Normwerten aus diesen Datenquellen wird der Konfigurationsaufwand von Bohrungen auf Konstruktionsseite erheblich reduziert. Der Konstrukteur kann mit einer minimalen Anzahl an Mausklicks und Werteingaben eindeutige und richtige Feature-Definitionen für Bohrungen generieren, ohne aufwendige Normtabellen auswerten zu müssen. Sämtliche Werte, zum Beispiel für eine Kernlochbohrung und Mindesttiefe eines 2,5-Zoll-Rohgewindes, werden in Abhängigkeit vom Material automatisch vordefiniert und im Dialog nach spezifischer Werknorm und [2] festgelegt. Gleichzeitig erhält der Konstrukteur die Information, ob die Bohrung mit vorhandenen Werkzeugen gefertigt werden kann (Bild 5). Der Anwender hat natürlich die Möglichkeit, bestimmende Werte jederzeit zu ändern. Einschränkungen bestehen dahingehend, dass die Kernlochbohrung für ein ausgewähltes Normgewinde nicht änderbar ist, damit standardgerecht konstruiert wird. Als positiver Nebeneffekt wird mit der Reduktion der Anzahl von Benutzereingaben auch die Anzahl potenzieller Falscheingaben automatisch reduziert.

Die Bohrungen werden auf Grundlage der bewährten Feature-Technik erzeugt. Allerdings anders als bei der bisherigen Vorgehensweise, zum Beispiel über die separate Erzeugung von Bohrloch und Gewinde, erfolgt nun eine ganzheitliche und komplette Generierung der Bohrungen. Ebenfalls erhält der Anwender die Möglichkeit, häufig verwendete Bohrungskonfigurationen lokal auf seinem Rechner abzulegen und jederzeit wieder zu verwenden.

1.4 Verwendung der Attribute

Eine schnelle Identifikation einer Bohrung ist sowohl im Feature-Baum durch eine sinnvolle Nomenklatur möglich als auch durch eine »nichtgeometrischen Identität« in Form von Attributen an der Bohrung. Diese Attribute, die mit Hilfe des neuen Bohrwerkzeuges generiert wurden, können jederzeit wieder ausgelesen und durch ein bestehendes Regelwerk in für die Arbeitsvorbereitung automatisiert auswertbare Informationen umgewandelt werden (Bild 6).

In der Arbeitsvorbereitung kann auf diese Weise der zeitaufwändige Prozess des Zuweisens von Arbeitsgängen für Bauteile mit einer Vielzahl von Bohrungen durch die exakte Definition und vor allem durch die Weitergabe der Bohrungsparameter drastisch reduziert werden. Ein erster Schritt zur Realisierung dieses Konzeptes ist die wissensbasierende Funktion »Feature Based Hole Making« für den CAM-Bereich. Dabei können über die Definition von Templates und Regeln zur Bearbeitung von Bohrungen die Arbeitsreihenfolgen und Werkzeugwechsel automatisiert ausgewählt werden. Vorstellbar wäre in diesem Zusammenhang auch eine regelbasierende Automation der Zeichnungsableitung für Bohrungen auf der Grundlage der Bohrungsidentitäten.

Da sämtliche Spezial- und Sonderfälle von Bohrungen mit einem Werkzeug zur regelbasierenden Normung nicht abgedeckt werden können, muss die traditionelle Bohrungserzeugung im CAD/CAM-System dem Anwender weiterhin zur Verfügung stehen.

Jedoch kann durch den Einsatz des neuen Bohrwerkzeuges der Großteil der im Tagesgeschäft anfallenden Bohrungen, die Schätzungen liegen bei 95 Prozent, abgedeckt werden. Weiterhin besteht aufgrund der Regelbasiertheit eine Grundlage zur frühen Abschätzung von Kosten im Bereich der Fertigung von Bohrungen [3] (S.49), die in Fortführung der Entwicklung des vorgestellten Werkzeuges mit einfließen können.

Damit stellt die derzeit entwickelte Anwendung umfangreiche Funktionen zur Verfügung, die Konstruktion von Beginn an standardgerecht und fertigungsgerecht zu erzeugen und demnach unnötige Prozess-Iterationen und damit verbundene Änderungen zu vermeiden.

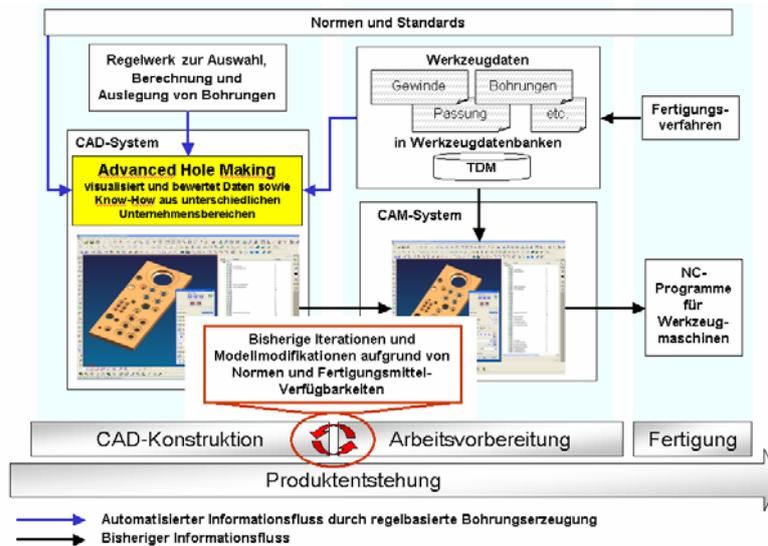


Bild 1: Bisher entstehen zwischen den Bereichen der Konstruktion und Arbeitsvorbereitung Iterationsschritte aufgrund von Verfügbarkeiten von Fertigungsmitteln und –verfahren, die mit einem gerichteten Datentransfer durch wissensbasierte Bohrungserzeugung in die Konstruktion vermindert werden können.

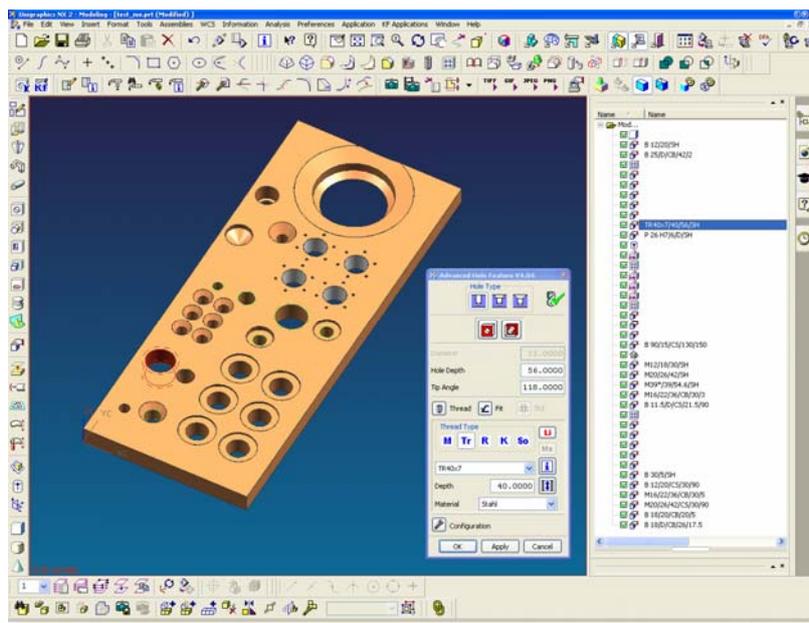


Bild 2: Die regelbasierte Bohrungserzeugung visualisiert und bewertet die Daten, die dem Konstrukteur für die Konfiguration von Bohrungen zur Verfügung stehen. Die Anwendung ist im Konstruktionsumfeld des CAD/CAM-Systems integriert.

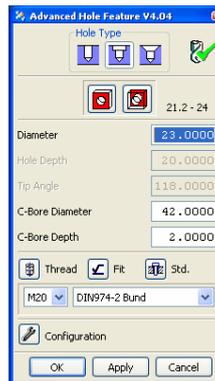


Bild 3: Zur Definition von Standardpassbohrungen werden zu Durchmessern vorhandene Werkzeuge zur Auswahl angeboten. Bei abweichenden konstruktiven Forderungen, kann der Konstrukteur diesen Vorschlag übergehen, ist sich dabei jedoch bewusst, außerhalb des Standards zu konstruieren.

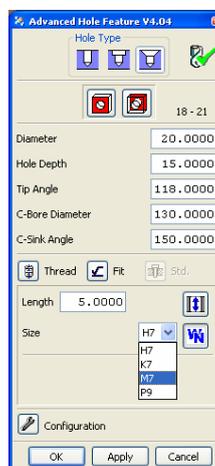


Bild 4: Für die Definition von Standarddurchgangsbohrungen sind Normtabellen hinterlegt. Die Bohrungen können anschließend kontextsensitiv über den Dialog vom Konstrukteur modifiziert werden.

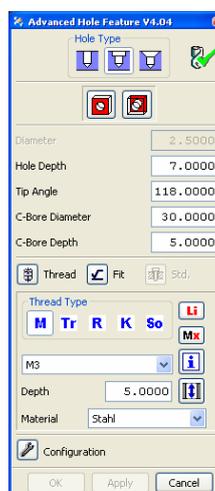


Bild 5: Über die Anwendung können Bohrungen komplett definiert werden. Alle erforderlichen Parameter, zum Beispiel die Mindestgewindetiefe, werden voreingestellt und können nachträglich geändert werden.

		B 30/5/SH	0
		B 12/20/CS/30/90	0
		M16/22/36/CB/30/5	0
		M20/26/42/CS/30/90	0
		B 18/20/CB/20/5	0
		B 18/D/CB/26/17.5	0

Bild 6: Im Feature-Baum des CAD-Modells erscheinen die Namen der Bohrungen nach unternehmensintern definierbaren Nomenklaturen, um ein einfaches Wiederfinden und Sortieren der Bohrungen im Modell zu ermöglichen.

2 Literatur

- [1] Pahl G. Beitz W.: Konstruktionslehre, Methoden und Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin 1997
- [2] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2230 Blatt 1 – Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen, Zylindrische Einschraubenverbindungen, Beuth Verlag, Berlin 2003
- [3] Endebrock, K.: Ein Kosteninformationsmodell für die Frühzeitige Kostenbeurteilung in der Produktentwicklung in: Schriftenreihe Institut Konstruktionstechnik, Ruhr-Universität Bochum Heft 00.4, Shaker Verlag, Aachen, 2000

Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna
 Dipl.-Ing. Guido Klette
 Lehrstuhl fuer Maschinenbauinformatik
 Otto-von-Guericke-Universitaet Magdeburg Postfach 4120
 D-39016 Magdeburg
 Tel. + 49 (0) 391 - 67 - 18794
 Fax. +49 (0) 391 - 67 - 11167
 vajna@mb.uni-magdeburg.de
<http://lmi.uni-magdeburg.de>