

Offene Standards sind das neue Paradigma der Softwarewelt.

# Optimierung der Baugruppen-Produktion mit Softwarewerkzeugen auf der Basis von offenen Standards

Simon Jones

**Moderne Fertigungsdienstleister (EMS - Electronic Manufacturing Service) und OEMs (Original Equipment Manufacturer) stehen vor der Herausforderung, Daten zwischen unterschiedlichen Systemen so auszutauschen, dass die Vollständigkeit und Richtigkeit der Daten bei minimalen Kosten garantiert werden kann. Zu den Datenquellen gehören CAD-Systeme (Computer Aided Design), CAM-Softwarelösungen (Computer Aided Manufacturing) und ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning). Diese müssen Daten zu Zielsystemen, wie zu Leiterplatten- und Adapterherstellern, Fertigungssystemen, In-Circuit Testern (ICT) und Funktionstest-Systemen (FT) sowie Reparaturstationen übergeben.**

Ein komplexer bidirektionaler Datentransfer, wie in Bild 1 dargestellt, findet zwischen der Entwicklung, dem Hersteller der Leiterplatte, der Baugruppenfertigung und dem Adapterhersteller statt, wobei die Synchronisation der Informationen und die Qualität des Endprodukts sichergestellt werden muss. Das größte Problem hierbei besteht darin, dass jedes System im Allgemeinen erwartet, dass die Informationen jeweils im eigenen speziellen Datenformat erstellt und geliefert werden. Dies hat mittlerweile zu einer Vielzahl von Werkzeugen und Systemoptionen geführt, deren einziger Zweck die Übersetzung von Daten zwischen den jeweiligen Formaten der einzelnen Systeme ist. Bei jeder Übersetzung von einem Format in ein anderes besteht aber die Gefahr, dass entweder ein Teil der Daten verloren geht oder die Bedeutung der Daten verändert wird.

In einer Welt, wo die Kommunikationsgrenzen fallen und die Organisationen neue, revolutionäre Wege entdecken, um Daten sicher und effizient

direkt zwischen Unternehmen, Lieferanten und Verbrauchern zu transportieren, kommt der Frage des Transferformats eine entscheidende Bedeutung zu. Die Produktkomplexität steigt stetig, während die immer kürzeren Produktzyklen zu einer entsprechend steigen-

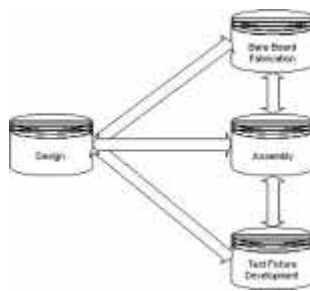


Bild 1: Typischer Datenfluss (Entwicklung - Leiterplattenfertigung - Baugruppenfertigung - Adaptererstellung)

den Zahl neu eingeführter Produkte (NPI - New Product Introduction) führt. Der inhärente Informationsverlust und der mit der Datenkonvertierung verbundene Aufwand führt damit zu einer Reduktion der Qualität und zu steigenden Vorlaufzeiten, was wiederum zu einer längeren Time-to-Market führt und sich somit direkt auf die NPI-Gewinnkurve auswirkt.

Die Tage als Fotoplotter-Dateien vom CAD-System im Gerber RS-274-D Format (oder im erweiterten RS-274-X Format) für die Fertigung erstellt wurden, sind lange vorbei. Klassische schichtbasierende proprietäre Formate waren noch ausreichend, um die Daten zum Hersteller der Leiterplatte zu übermitteln, aber auch dies ist inzwischen nicht mehr der Fall. Das Datenformat muss jetzt eine objekt-orientierte Datenspeicherung von vollständigen Fertigungseinheiten, wie komplexen Leiterplatten (Bild 2), Komponenten, Adaptern, Karten, Nutzen, Zeichnungen und Baugruppen unterstützen. Entsprechend einer kürzlich in der Industrie durchgeführten Studie kostet der heute in den Produktionsbetrieben durchgeführte Datentransfer allein die US-Unternehmen mehr als \$150 Millionen pro Jahr. Kunden und Lieferanten fordern deshalb eine Lösung für das Problem der proprietären Formate in der Form eines modernen anbieter-unabhängigen Standards für die Fertigungsumgebung, der allen Anforderungen des Datentransfers gerecht wird.

Die Lösung des Datentransfer-Problems sind offene Standards. Nur nicht proprietäre Datenformate, die von unabhängigen Ausschüssen entwickelt wurden, erreichen eine entsprechende

Abdeckung und eine breite Akzeptanz in der Industrie. Entsprechende Softwarewerkzeuge, die diese Standards unterstützen, können dann die von den Kunden und den Organisationen geforderte verbesserte Qualität und reduzierten Kosten gewährleisten. Nachfolgend werden die Vorteile von offenen Standards sowohl aus der Sicht der Kunden, als auch aus der Perspektive des Anbieters dargestellt und der neue IPC-GenCAM-Standard vorgestellt, der das Problem des Datentransfers im Bereich der unbestückten Leiterplatte (PCB - Printed Circuit Board) und der bestückten Baugruppe (PCA - Printed Circuit Assembly) lösen kann.

**Hintergrund**

Die Entwickler von Produkten haben sich historisch betrachtet darauf konzentriert, diskrete Kundenanforderungen zu lösen und nicht die Aspekte des ganzen Unternehmens zu berücksichtigen. Diese Perspektive erlaubte es den Entwicklern, unter einer großen Auswahl von Speicherungsmöglichkeiten, von relationalen oder objekt-orientierten Datenbanken bis hin zu flachen oder strukturierten Dateisystemen, frei zu wählen. Anhand dieser Anforderungen identifizierte der Entwickler die zu speichernden Daten und prüfte geeignete Speicherungsschemata. Da in diesem Industriebereich keine große Auswahl zur Verfügung stand, entwickelten die meisten Anbieter ihre eigenen proprietären Formate hauptsächlich auf der Basis ihrer früheren Erfahrungen.

Im Laufe der Zeit kamen neuen Datenanforderungen hinzu, wodurch die Formate sich über den ursprünglich geplanten Anwendungsbereich ausdehnten und sich in Gebiete bewegten, in denen die Schemas weniger optimiert und flexibel sind. Neue Entwickler überarbeiteten das Format und implementierten Möglichkeiten, die zu Konflikten mit dem ursprünglichen Schema führten. Hierdurch wurde es immer schwieriger, mit dem Format zu arbeiten und auch die Entwicklung neuer Anwendungen oder die Wartung wurde zunehmend schwieriger und teurer.

Vom Standpunkt eines Anbieters ist ein proprietärer Standard eine ideale Möglichkeit, um Kunden zu binden. Ein Kunde muss eine Vielzahl von speziellen Werkzeugen des Anbieters beschaffen, um bestimmte Aufgaben erfüllen zu

können. Da die Produkte durch diese Werkzeuge bearbeitet werden, werden die Daten vom Kunden aufgrund der Rückführbarkeit im Format des Anbieters gespeichert, bearbeitet und archiviert. Viele Kunden gehen sogar soweit, das proprietäre Format intern zu

»standardisieren«, um die Kosten für den internen Datentransfer und die Konvertierung zu minimieren. Die Kosten für den Kunden, falls er zu den Werkzeugen eines anderen Anbieters wechseln möchte, sind erheblich, zudem kommen Kosten für eine substanzielle Änderung der Infrastruktur und zur Unterstützung der alten Datenbestände, sowie für die Ausbildung und die Investitionen hinzu. Dies hält viele Kunden von einem Wechsel ab, sichert damit dem Anbieter einen kontinuierlichen Umsatz für die Softwareunterstützung und reduziert den Druck auf den Anbieter hinsichtlich einer Lieferung konkurrenzfähiger Werkzeuge und Updates.

Um eine tiefgehende Durchdringung des proprietären Datenformats im Markt zu erreichen, muss der Anbieter Partnerschaften mit anderen Anbietern und Lieferanten bilden, um sicherzustellen, dass das Datenformat von unterschiedlichsten Systemen gelesen oder geschrieben werden kann. Je mehr Systeme das Format unterstützen, desto größer ist die Chance für eine Kundenbindung und für höhere Umsätze.

Anfang der 90er Jahre entwickelte die von GenRad übernommene Mitron Corporation, ein führender Anbieter von CAM-Softwarewerkzeugen, ein proprietäres Datentransferformat namens GenCAD. Alle Werkzeuge von Mitron wurden so verändert, dass sie GenCAD für die Übernahme der Daten von CAD-Systemen verwendeten. Um Integrationsmöglichkeiten zu erhöhen, arbeitete Mitron mit Router Solutions Inc (RSI) zusammen, um CAD-Übersetzungswerkzeuge für viele CAD-Systeme zum GenCAD-Dateiformat zu liefern. Dieser Ansatz, in Kombination mit der Veröffentlichung des Formatschemas, führte schließlich dazu, dass sich das GenCAD-

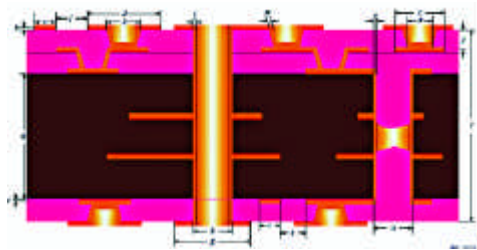


Bild2: Schnittbild einer komplexen Leiterplatte

Format zum heute am häufigsten benutzten strukturierten CAD-Format im Bereich der Bestückung, Prüfung und Inspektion entwickelte.

Allerdings wurde das GenCAD-Format vor fast zehn Jahren entwickelt, als die objekt-orientierte Programmierung und die Objekt/Daten-Erweiterbarkeit noch in den Anfängen steckte. Es war nicht beabsichtigt, echte hierarchische Fertigungsdaten, wie Schaltpläne, Zeichnungen, Baugruppen und Adapter zu unterstützen. Versuche, das Format entsprechend zu erweitern, um auch diese Merkmale zu unterstützen, gleichzeitig aber die Unterstützung der Altdaten aus der 2D-Zeit beizubehalten, würde zu einer Formatdegradation führen. Das gleiche gilt auch für die Erweiterung des Fotoplotter-Formats Gerber RS-274-D für Leiterplatten oder überhaupt für jedes andere schicht-basierende Technologieformat, falls es in ein komplexes Format für moderne Fertigungsumgebungen umgewandelt werden sollte. Was also als praktischer Ansatz vor zehn Jahren gegolten hat, ist heute nicht mehr verwendbar.

**Der offene GenCAM Standard des IPC**

Im März 2000 hat die International Association Connecting Electronics Industries (IPC), eine bei der ANSI akkreditierte Standardisierungsorganisation, unter dem Namen GenCAM die Serie der IPC-2510 Dokumente freigegeben, die eine neue Spezifikation für den Datentransfer in der Fertigung umfassen. Der Standard beruht auf den primären Stärken des GenCAD-Formates, das 1996 von GenRad Inc dem IPC-Standardisierungsausschuss übergeben und entsprechend weiterentwickelt wurde, um alle Anforderungen der PCB- und PCA-

Fertigung zu unterstützen. Der Data Transfer Solutions Ausschuss des IPC, der sich aus Vertretern von über 40 Organisationen zusammensetzt, entwickelte den GenCAM-Standard über einen Zeitraum von vier Jahren zu einer Lösung, die das Problem des Transfers proprietärer Daten lösen sollte. Die Organisationen haben dabei alle Fertigungsbereiche, einschließlich der CAD-Anbieter, der Fertigungsdienstleister und der Endanwender, abgedeckt.

Während Gerber RS-274-D sich aufgrund seiner Einfachheit und rascher Verbreitung und zu einer Zeit, wo es noch keine Alternative gab, zu einem »Standard« entwickelte, stellt GenCAM einen wirklichen offenen Standard dar, der von einem Standardisierungsgremium mit umfassender industrieller Erfahrung geplant, entwickelt und unterstützt wird. Er verspricht die Türen für eine nahtlose Interoperabilität der Fertigungsanwendungen zu öffnen. Die Anwender können unter einer Vielzahl von GenCAM-fähigen Produkten, diejenigen Werkzeuge auswählen, die ihren eigenen spezifischen Anforderungen am besten entsprechen.

Außerdem ist GenCAM zukunftssicher. Das Format ist erweiterbar, wodurch neue Anforderungen unterstützt werden können sobald diese verfügbar sind, und zudem stellt das objekt-orientierte Datenbeschreibungsschema sicher, dass die Anforderungen der PCA- und PCB-Industrie auch in den kommenden Jahren erfüllt werden.

Weitere Informationen über GenCAM sind auf der offiziellen Website unter <http://www.gencam.org/> zu finden.

#### **Offene Standards nützen dem Anwender**

Für den Anwender fördern offene Standards einen Markt, der durch die Anforderungen des Anwenders bestimmt wird und der nicht auf proprietären Daten aufbaut. Während ein Anbieter einen gewissen Marktanteil durch die breite Akzeptanz eines proprietären Formats besetzen kann, fokussiert dagegen ein offener Standard statt dessen die Aufmerksamkeit auf die Funktionalität der angebotenen Anwendungen. GenCAM fördert somit die Konkurrenzfähigkeit, so dass die Anbieter nicht mehr durch ein proprietäres Format die Kunden einfach binden können. Die Werkzeug-Anbieter müssen nun dafür

sorgen, dass sie innovative Lösungen mit problemloser Unterstützung von GenCAM anbieten, um ihre Stellung im Markt zu erhalten.

Der Anwender wird dadurch Verbesserungen in der Qualität und eine Reduktion der Lohnkosten feststellen. Die meisten CAD-Anbieter nutzen ein proprietäres Datenformat für die Übertragung von Daten zwischen ihren Systemen. Mit diesem Datenformat arbeiten auch die Prozesse der Fertigungssoftware, oftmals in Form einer Übersetzung in das vom Softwareanbieter benötigte Format. Diese Übersetzung ist oft fehlerhaft und führt daher zu einer mangelnden Übereinstimmung der Daten aufgrund der Tatsache, dass eines oder sogar beide Formate nur jeweils eine Untermenge des anderen Formats unterstützen. GenCAM ist dagegen eher eine Obermenge dieser Systeme als eine Untermenge. Die Erzeugung einer GenCAM-Datei durch ein CAD-System und die Übertragung in eine Anwendung, die GenCAM unterstützt, stellt somit eine hohe Datenübereinstimmung sicher und vermeidet Übertragungsfehler. Aufgrund der Vollständigkeit und Richtigkeit der Daten wird damit die Qualität verbessert und der Arbeitsaufwand reduziert.

Für den Anwender reduziert sich zudem der Aufwand. Es müssen nicht mehr viele Konvertierungs- oder Übersetzungsprogramme für die Systeme, zwischen denen ein Datenaustausch notwendig ist, beschafft werden. Es ist nur noch eine GenCAM-Unterstützung der Systeme erforderlich.

#### **Offene Standards helfen auch den Lösungsanbietern**

Es wäre naiv zu erwarten, dass ein offener Standard alle Anforderungen aller Lösungsanbieter hinsichtlich der Datenspeicherung unterstützen würde. Statt dessen können die Stärken eines derartigen Formats genutzt werden, um als Basis für die eigenen Anforderungen der Datenspeicherung des Anbieters zu dienen und diese zu reduzieren. Dies bietet enorme Vorteile für Anbieter und Kunden zugleich.

Der Anbieter muss nicht mehr umfangreiche Ressourcen aufwenden, um eine eigene Schemadefinition auf der Basis der Anforderungen der Kunden und der Produktlinien entwickeln. Das Datenspeicherungsschema eines An-

bieters wird kaum die Anforderungen eines vollständigen Marktes erfüllen, wenn es auf einer Lösung für eine bestimmte Marktnische basiert. Im Laufe der Zeit müsste es erweitert werden, um in neue Marktbereiche vorzudringen, ein Prozess, der oft zu einer nicht optimalen Lösung führt. Die Akzeptanz eines Schemas, das von einem Standardisierungsausschuss mit mehr Erfahrung und Wissen definiert wurde als ein einzelner Anbieter hat, kann die Entwicklungskosten reduzieren und Möglichkeiten anbieten, die ein individueller Anbieter nicht berücksichtigt hätte.

Der Anbieter profitiert von den kostenlos von der Standardisierungsorganisation zur Verfügung gestellten Ressourcen. Um eine schnelle Akzeptanz und eine rasche Implementierung sicherzustellen, sind offene Standards äußerst gut dokumentiert. Die vollständige GenCAM 1.5 Spezifikation umfasst mit Beispielen und Abbildungen etwa 200 Seiten. Dies bietet dem Entwickler sehr detaillierte Informationen über das zu unterstützende Datenschema und steht damit im Gegensatz zu proprietären Datenformaten, wo die Dokumentation des Schemas oft sehr eingeschränkt ist, es in einer eigenen Struktur dargestellt und selten mit Beispielen und Definitionen angereichert wird.

Das IPC stellt auch ein Conformance Test Module (CTM) zur Verfügung, das die Einhaltung des GenCAM-Standards von Dateien überprüft. Das CTM überprüft das Format und die Richtigkeit von Querverweisen, aber auch die Gültigkeit und Anwesenheit von Schlüsselworten und Parametern prüft. Dies vermeidet eines der größten Hindernisse denen Entwickler gegenüberstehen, wenn sie einen Formathandler erstellen: der Identifizierung von Fehlern aufgrund der fehlenden Übereinstimmung der Datei mit dem Format. Das CTM kann auch vom Anwender genutzt werden, um die Einhaltung des GenCAM-Formats bei Dateien, die sie empfangen oder liefern, zu prüfen.

Von den Mitgliedern des Standardisierungsausschusses wird zudem ein offenes Forum betrieben, um Unterstützung und Rückkopplung für Entwickler zur Verfügung zu stellen. Diese offene Informationspolitik steht in klarem Kontrast zu den Schwierigkeiten, die notwendig sind, um eine Unterstützung zum proprietären Format eines Anbieters zu erhalten.

Obwohl ein neuer Standard auch einige Interpretationsschwierigkeiten während der anfänglichen Akzeptanz erleben wird, hat die Qualität der GenCAM-Dokumentation, die Verfügbarkeit des CTM und das offene Forum für Anwender und Unterstützer inzwischen zu einer raschen Implementierung von hochwertigen GenCAM-Lösungen bei einigen Anbietern geführt.

#### Engagement für offene Standards

Als ein führendes IPC-Mitglied hat GenRad stark zur Entwicklung und Implementierung des offenen, nicht-proprietären Standards und der Lösungen beigetragen. Auch als Organisation erkennt GenRad die Vorteile der Implementierung einer standardisierten Datenspeicherung und Übertragungsfunktionalität in den eigenen Lösungen und die damit verbundene Reduktion der Infrastrukturkosten, während gleichzeitig eine starke Interoperabilität mit anderen Systemen sichergestellt wird.

Im Juni 2001 hat GenRad eine neue Version des Produkts GR-Force/D2BTM vorgestellt (Bild 3), das erste Softwareprodukt der Industrie, dem das IPC die Konformität zum GenCAM-Standard bescheinigte. Das Produkt nutzt GenCAM als primäre Lösung zur Datenspeicherung in einer offenen, erweiterbaren Architektur. Als Portal für die umfassende Palette von Software- und Hardware-Lösungen von GenRad bietet GR Force/D2BTM eine vollständige GenCAM-Unterstützung für Fertigungsunternehmen. Die beispiellosen Möglichkeiten von GRForce/D2BTM ermöglichen EMSs und OEMs eine globale Vernetzung ihrer Unternehmen und somit eine Optimierung der Effizienz und Rentabilität. Zur Verdeutlichung des Engagements von GenRad für GenCAM ist diese interaktive graphische Umgebung in einer Version zur Betrachtung von Dateien, sowohl des GenCAM-, als auch des weitverbreiteten GenCAD-Formats kostenlos verfügbar. Weitere Informationen hierzu finden sich auf der Homepage von GenRad unter <http://www.genrad.com>.

Ursprünglich wurde GR Force/D2BTM entwickelt, um GenRad CB/Test, ein Werkzeug zur Generierung von Testprogrammen und Adaptern für die Fertigung, zu ersetzen. Das ursprüngliche Design nutzte die vorhandene Technologie, einschließlich eines

GenCAD API und des graphischen Editors CB/Test. Bereits während der Entwicklung wurde der erste Entwurf der GenCAM 1.5 Spezifikation vorgestellt. Zu dieser Zeit wurde von GenRad entschieden, dass die Richtung des Produktes verändert und dass es in ein vollständiges graphisches Werkzeug zur Aufbereitung von Fertigungsdaten umgewandelt wird. Das GenCAD API wurde verworfen und stattdessen ein neues, optimiertes GenCAM API und eine graphische Engine entwickelt. Die Auswirkung dieser Änderungen führten zu einer größeren Produktfunktionalität, sowie zu einer offenen, schnellen Entwicklungsplattform auf der Basis eines Industriestandards und reduzierten die internen technischen Unterstützungskosten.

Die primäre GR-Force/D2BTM GenCAM Projektdatei wird durch eine kleinere, proprietäre Projektdatei ergänzt, die benutzt wird, um Zusatzinformation wie Anwendereinstellungen und algorithmische Regeln zu speichern. Die GenCAM-Projektdatei speichert alle Fertigungsprojekte, Informationen, einschließlich der Schaltpläne, Nutzen, Adapter und Baugruppen. Dabei ist der Anwendung eine GenCAM-Unterstützung hoher Qualität eigen, da die Daten im ursprünglichen objekt-orientierten Format unter Umgehung einer kostspieligen Format-Konvertierung, gespeichert werden. Alle optionalen Werkzeuge, die unter dem GR-Force/D2BTM-Framework laufen, einschließlich des BOM Readers, des Fixture Design Wizards und der Algorithmen für die Adaptererstellung, der Regeln für eine fertigungsgerechte Entwicklung und der neusten Multi-Machine Test und Fehlerverteilungs-Algorithmen arbeiten auf der Basis dieser GenCAM-Daten. Die Unterstützung von Altdaten wird durch Übersetzer von CAD-Formaten mehrerer Anbieter zum GenCAM-Standardformat sichergestellt.

GenRad hat zudem sehr eng mit an-

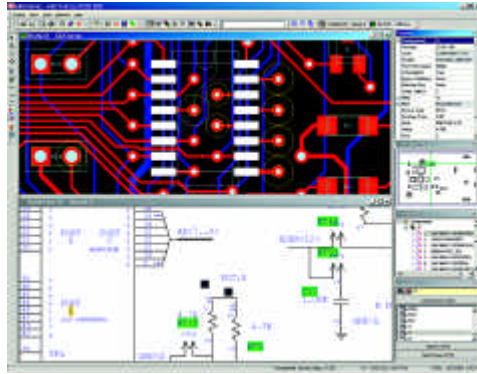


Bild3: GRForce/D2BTM

deren Anbietern zusammengearbeitet, um hochwertige GenCAM-Ausgabefunktionen für die wichtigsten CAD-Systeme zu entwickeln. In Verbindung mit der GenCAM-Dokumentation und dem CTM, hat sich GR Force/D2BTM zu einem entscheidenden, frei verfügbaren Entwicklungshilfsmittel für Anbieter entwickelt, die GenCAM unterstützen wollen.

#### Zusammenfassung

Offene Standards sind das neue Paradigma der Softwarewelt. Betriebssysteme mit freiem Quellcode, wie Linux, offene Standards bei Datenbeschreibungssprachen, wie XML und offene Standardprotokolle, wie XML-RPC und SOAP verändern die Art und Weise, wie Systeme entworfen und entwickelt werden. Die Anbieter von Software-Lösungen erkennen weltweit, dass ihre Produkte überarbeitet werden müssen, um die neusten offenen Standards zu unterstützen und damit die Interoperabilität mit anderen Systemen zu maximieren. In dieser neuen Umgebung werden jene, die offene Standards unterstützen, den Wettbewerb im globalen Markt gewinnen.

Der Autor, Simon Jones, ist Software Scientist bei Teradyne ehemals GenRad, Inc.