

# DESIGN & ELEKTRONIK

PRODUKTE UND KNOW-HOW FÜR DEN ELEKTRONIK-ENTWICKLER

## INDUSTRIECOMPUTER

[www.elektroniknet.de](http://www.elektroniknet.de)

**Hardware**

**Kundenspezifische Systeme**

**Embedded Computing**

**SoC-Speichermanagement**

**Antriebstechnik**

**Integrierte Lösung**

**Softwareentwicklung**

**Programmierung mit CLI**

**Embedded-Linux**

**Kerneltreiber entwickeln**



**Customized vs. Standard**



Kundenspezifische industrielle PC-Systemlösungen

# Die persönliche Note

Oft hilft in der Embedded-PC-Welt eine Standardlösung nicht weiter, sodass ein speziell auf die Applikation zugeschnittener Industrierechner nötig ist. Eine kundenspezifische Entwicklung klingt zunächst aufwändig und teuer, was allerdings nicht so sein muss.

**Christian Lang**

Der Projektleiter eines größeren Unternehmens, das Bedienterminals für öffentlich zugängliche Anwendungen entwickelt, gibt den Startschuss: »Das Konzept für die Anlage steht«. Nach vielen Diskussionen mit seinem Kunden, dem externen Designbüro und den internen Entwicklungsabteilungen über den Funktionsumfang, Größe und Aussehen sowie die Benutzerschnittstelle des Bedienterminals ist alles soweit abgestimmt. Nun fehlt nur noch das geeignete Embedded System.

In diesem realistischen Szenario erfüllt der ursprünglich für den Einsatz geplante Standard-Box-PC leider nicht mehr die Anforderungen, etwa weil dem Endkunden das Terminal zu groß ist. Andere IPCs, die flach genug sind, führen die Schnittstel-

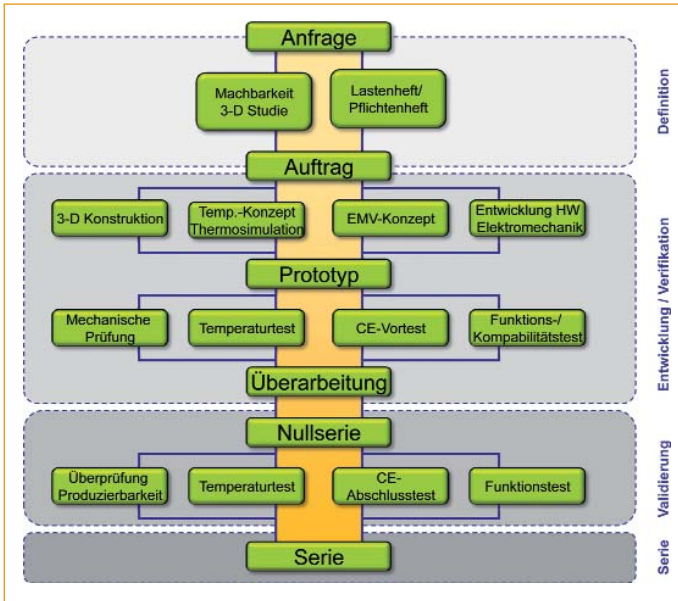
len nicht auf der richtigen Seite aus. Eine PC-Plattform ohne eigenes Gehäuse kommt auch nicht in Frage. Darüber hinaus soll der Rechner auch in puncto Kühlung und Schnittstellenanordnung auf die Applikation des Kunden abgestimmt sein. Hinzu kommt, dass die PC-Hardware bereits alle Normen wie CE, FCC und UL einhalten muss, damit im Gesamtsystem keine unkalkulierbaren Risiken auftreten können. Hier ist also ein komplett kundenspezifisch entwickelter Embedded-PC die richtige Lösung.

Genau wie dem Projektleiter geht es vielen Anwendern, egal ob sie einen Ansteuerrechner für eine Holzbearbeitungsmaschine, einen Client für ein Zutrittskontrollsystem, eine Steuerung für eine Großbildanzeige oder eben einen Embedded-PC für ein Bedienterminal suchen. In vielen Fällen sind speziell auf die Anforderung optimierte

Systeme nötig. Viele Anwender haben jedoch nur wenig Vorstellung, welche Standardlösungen verfügbar sind und ob sich eine kundenspezifische Entwicklung für die spezielle Applikation lohnt. Hier bietet sich beispielsweise DSM Computer an, die über das Know-how in der Entwicklung von Embedded-PC-Systemen, Beratung, Abstimmung der Anforderungen des Systems im Vorfeld und schließlich der Fertigstellung eines genau auf die Applikation zugeschnittenen Industrierechners mit allen gewünschten Schnittstellen und Zulassungen verfügt. Dabei läuft eine voll kundenspezifische Entwicklung nach einem definierten Schema ab (Bild 1). Der Kunde ist in alle Phasen der Entwicklung und Fertigung eingebunden.

Da sich heute kein Unternehmen mehr einen seriellen Entwicklungsablauf leisten kann, verlaufen die Entwicklung

von Hardware, Mechanik und Software möglichst parallel. Dazu erhält der Kunde, wenn er es will, noch vor Lieferung der ersten Prototypen Funktionsmuster, auf deren Basis er bereits die Applikationssoftware entwickeln und testen kann. Das Wichtigste ist jedoch zuvor die genaue Analyse der Anforderung. Nur dadurch lässt sich das optimale Systemkonzept für die Applikation erstellen, und somit auch die kostengünstigste Lösung für den Kunden finden. In vielen Fällen wird dabei sogar eine Standardlösung unterboten. In enger Zusammenarbeit mit dem Kunden wird ein Lastenheft definiert, die richtigen Systemkomponenten ausgewählt und ein prinzipieller Aufbau vorgeschlagen. DSM kann hier auf eine breite Palette an CPU-Boards zurückgreifen. Je nach Applikation kommen ausschließlich industrielle PC-Baugruppen mit garantierter Langzeitverfügbarkeit zum Einsatz. Die Palette umfasst Baugruppen in verschiedenen Formaten wie PICMG-1.0/1.3, Mini-ITX, 3,5 Zoll ebenso wie Server-



**Bild 1: Der typische Entwicklungsablauf**

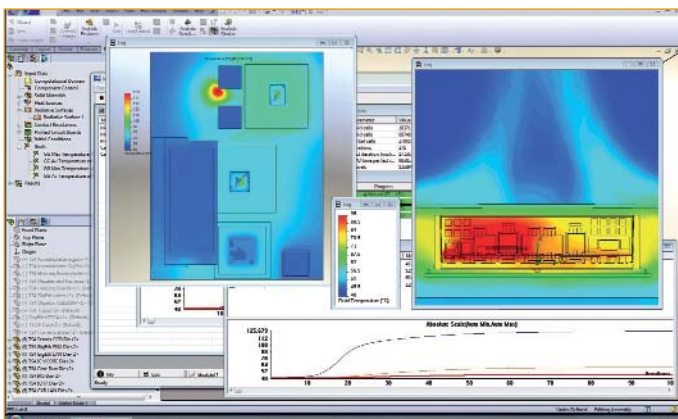
plattformen oder COM-Express-Module mit Baseboard. Die Suche nach der optimalen Lösung erfordert ein interdisziplinäres Wissen im Hinblick auf aktuelle Hardware, Betriebssystemsoftware, Mechanik, Wärmemanagement, EMV-Verhalten und Produktionstechnik. Hier werden bereits die entscheidenden Weichen gestellt, damit später bei der Einbindung in die Kundenapplikation, bei den Temperaturtests, in der EMV-Kabine und bei weiteren Abnahmetests keine unnötigen Verzögerungen auftreten. Innerhalb weniger Tage vermittelt eine 3D-Designstudie dem Auftraggeber eine genaue Vorstellung des späteren Produktes. Nach dessen

»OK« erfolgt die Optimierung und Detailarbeit.

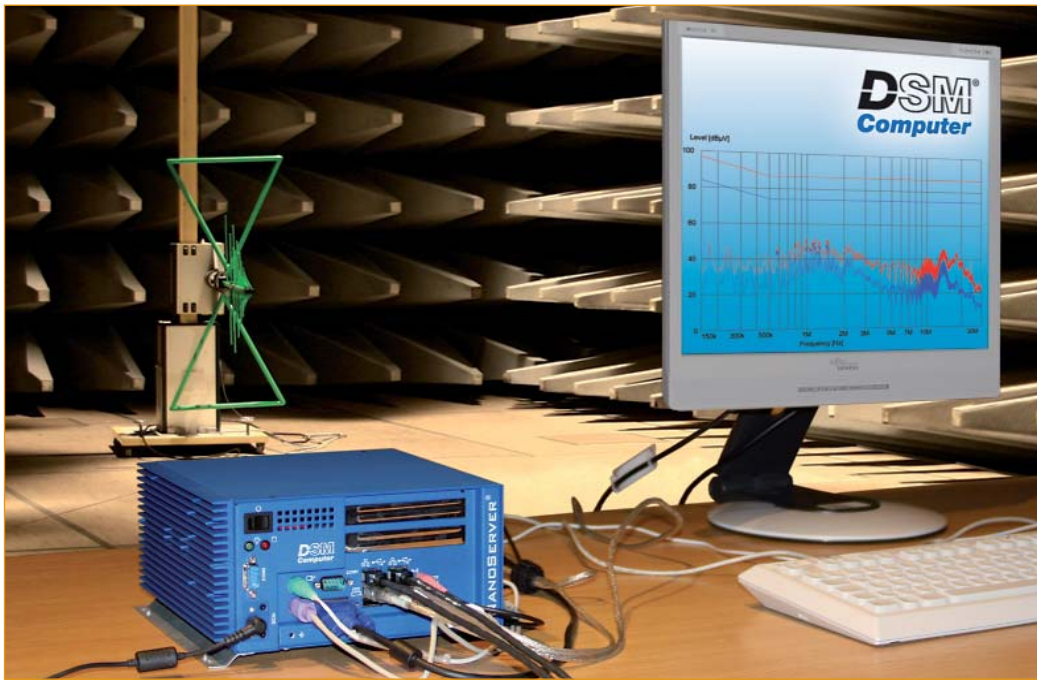
### Wärme im Blick

Bei aufwändigen Projekten setzt DSM seit kurzem die Thermosimulations-Software »EFD« von Flomerics (neuerdings Mentor Graphics) ein. EFD simuliert auf Basis eines bestehenden 3D-Entwurfs thermodynamische Vorgänge, und das ohne Lösen von Navier-Stokes-Gleichungen oder Berechnen von Turbulenzmodellen. Temperaturen und Strömungen lassen sich einfach und anschaulich darstellen (Bild 2).

Unter Berücksichtigung von Wärmekapazitäten, -leitung, -übergangskoeffizienten und -strahlung sowie freier und



**Bild 2: Thermische Simulation findet Wärmeneister**



**Bild 3: Aufwändige EMV-Prüfung (Quelle: EMV-Testkammer Siemens Fujitsu, Augsburg)**

erzwungener Konvektion berechnet das Programm Temperaturen innerhalb von Festkörpern und in der Luft sowie Fluid-Geschwindigkeiten, egal ob es sich um Luft oder Flüssigkeiten handelt. Auch die in der Elektronik-kühlung weit verbreiteten Heat-Pipes lassen sich damit einfach simulieren.

Die Gewichtung der Wärmetransportarten ist unterschiedlich. Außerdem muss man die Luftströmung mitberechnen, ohne die der Wärmeübergang und der Weitertransport nicht richtig erfasst werden kann. Luftströmung und Temperaturen

sind abhängig von der internen (und externen) 3D-Geometrie. Deshalb sind Faustformeln nur für Spezialfälle geeignet, zum Beispiel für eine glatte Plattengeometrie. Nur numerische Modelle können alle thermischen und geometrischen Effekte berücksichtigen und somit ein realistisches »Virtual Prototyping« ermöglichen.

Nachdem der Konstruktionsentwurf vorliegt, kann bereits die Simulation beginnen. Als erstes findet ein Überprüfungslauf statt, der eventuelle Ungereimtheiten im 3D-Modell aufdeckt. Nun gibt der Entwicklungsingenieur

bei DSM für die Bauteile, die Wärme erzeugen, eine entsprechende Verlustleistung an und definiert die Materialeigenschaften der Bauteile und Grenzflächen. Vom Groben zum Feinen lautet die Devise. Danach legt der Netzgenerator ein so genanntes Mesh (Gitternetz) in das Modell, das an interessanten Stellen wie Kanten und Wärmeübergängen automatisch dichter ist als an anderen, unkritischen Punkten. Hier ist jedoch der erfahrene Entwickler wichtig. Ist das Gitter zu fein, rechnet das Programm schnell mehrere Tage oder Wochen. Ist

es zu grob, fallen eventuelle Hot-Spots durchs Raster. Die ersten Ergebnisse lassen sich dabei auch schon während des laufenden Rechenvorgangs kontrollieren. Ist die Berechnung einmal durchgeführt, ist es ein Leichtes, einzelne Parameter wie Lüfterkennwerte, Kühlflächen, Thermopads oder auch die Geometrie zu verändern.

Innerhalb kurzer Zeit lässt sich mit diesem Verfahren nicht nur das spätere Temperaturverhalten mit einer erstaunlichen Genauigkeit voraussagen, sondern bereits Lüftung und passive Kühlung optimieren – lange bevor ein erster Prototyp auf dem Tisch steht. Das ist bei aktuellen Embedded Systemen besonders wichtig, da man sich trotz stromsparender CPUs, wie zum Beispiel der »Atom«-Plattform von Intel, aufgrund von oftmals geforderten lüfterlosen Designs und extrem kompakter Bauweise, sehr nahe an der Grenze des Machbaren bewegt.

Die Ergebnisse der Simulation oder des mit Hilfe einer Wärmebildkamera durchgeführten Vorversuches fließen bei DSM direkt in die parallel fortlaufende 3D-Konstruktion ein. Sobald die Konstruktion abgeschlossen ist, findet ein Design-Review statt. Hier ist der Kunde wieder eingebunden und kann sein späteres

Produkt ansehen, drehen und einzelne Teile ausblenden, um in den Innenraum zu blicken. Parallel zur Konstruktion werden je nach Anforderung auch entsprechende Adapterboards, Backplanes oder Interfaceplatinen entwickelt. Ist alles vom Kunden geprüft, beschafft DSM die Prototypenteile.

Sind alle Teile im Haus verfügbar, entsteht der erste Prototyp, anhand dessen die Prüfungen stattfinden, ob alle Komponenten passen und wie sich das System montieren lässt. Nach den ersten Funktions- und Kompatibilitätstests messen Wärmefühler das Temperaturverhalten im Klimaschrank, und es finden Tests der Grenztemperaturen nach den definierten IEC-Normen statt. Darüber hinaus laufen auch entsprechende EMV-Vortests und eine Vorprüfung der elektrischen Sicherheit. Am Ende dieser Phase steht wieder ein Review mit dem Endkunden. Parallel fließen die Optimierungsmaßnahmen in die Hardware und Mechanik ein. Nun werden die Nullseriengeräte bestellt, die bereits seriennah in der getrennten und für Kleinserien optimierten Individualfertigung aufgebaut werden. Bei komplexen Systemen kann es durchaus sinnvoll beziehungsweise auch erforderlich sein, vorher noch einen zweiten Prototypen-Durchgang laufen zu lassen.

### **EM-Störungen beseitigen**

Anschließend folgt die Validierung der Nullseriengeräte, bei der nochmals die komplette Spezifikation überprüft wird. Spannend sind vor allem die Ergebnisse der EMV-Tests in der Messkammer. Diese führen externe akkreditierte Labors durch, beispielsweise Fujitsu-Siemens in Augsburg (Bild 3).

Das Prüflabor testet neben der Störbeeinflussung unter anderem auch die Funkstrahlung zum Beispiel nach der EN 55022:2006. Bisher maß es dabei nur zwischen 30 MHz und 1 GHz jeweils in vertikaler und horizontaler Antennenausrichtung. Der Prüfling befindet sich dabei auf einem Drehtisch, um bei jeder Frequenz die maximale Abstrahlung zu erfassen. Spätestens hier fallen konstruktiv bedingte »Löcher« im Schirmgehäuse des PC-Systems auf. Die zulässigen Spaltgrößen, etwa bei der Verbindung von Deckel und Gehäuse oder bei Lüftungsöffnungen, ergeben sich durch die im Gerät erzeugten Frequenzen beziehungsweise durch die dadurch definierte Wellenlänge ( $\lambda = c/f$ ).

In der Praxis haben sich Gehäuseöffnungen, die kleiner als  $\lambda/8$  sind, als unkritisch herausgestellt. Bei einer heute üblichen CPU-Taktfrequenz von 3 GHz und der Lichtgeschwindigkeit von circa  $3 \times 10^8$  m/s haben demnach Schlitz im Gehäuse von weniger als 12 mm bis 15 mm keinen Einfluss auf die Störfestigkeit. In der bereits geltenden EMV-Richtlinie 2004/108/EC wird in Zukunft sogar bis zu einer Frequenz von 6 GHz getestet.

Sind alle Optimierungsmaßnahmen richtig umgesetzt und vor allem bei der Konstruktion und Auslegung der Stromversorgung und der Filterung der Schnittstellen das EMV-Konzept konsequent beachtet worden, sollte der Abschlusstest kein Problem darstellen. Parallel erfolgt die abschließende Überprüfung der elektrischen Sicherheit und auch der Produzierbarkeit. Die Serienfertigung DSM selbst. (mc)

**Christian Lang**  
ist Leiter Marketing bei  
**DSM Computer**  
Telefon 089/15 79 82 50  
[www.DSM.ag](http://www.DSM.ag)