

electronic *fab*

Fachzeitschrift für Elektronik-Produktion



Gesamtheitliche, hochautomatisierte Lösungen

Rampf, Seite 6



RAMPF[®]
discover the future

- 3 Editorial
- 4 Inhalt
- 6 Titelstory
- 8 Aus Forschung und Technik
- 12 Aktuelles
- 20 Dienstleistung
- 51 Qualitätssicherung
- 64 Produktion
- 72 Produktionsausstattung
- 76 Lasertechnik
- 78 Dosiertechnik
- 82 Löt- und Verbindungstechnik
- 86 Rund um die Leiterplatte
- 90 Software
- 91 Speicherprogrammierung
- 94 Verpacken/Kennzeichnen/Identifizieren



Titelstory **Gesamtheitliche, hochautomatisierte Lösungen**

Wie Dosiertechnik und Automatisierung höhere Produktvielfalt, Produktkomplexität und Produktionsgeschwindigkeit ermöglichen, lesen Sie hier. **6**



Mikrotechnik erobert das Weltall für präzisere Erdbeobachtung

Die Erdbeobachtung ist wie ein Superdetektiv für unseren Planeten. Sie zeigt uns, was auf der Erde passiert, und beeinflusst z.B. durch genauere Wettervorhersagen sogar unser tägliches Leben. Im Rahmen des EU geförderten Projekts SURPRISE hat ein Experten-Team untersucht, wie Erdbeobachtungssatelliten intelligenter, aber auch sicherer gemacht werden können. **10**



■ Herausgeber und Verlag:

beam-Verlag
Krummbogen 14
35039 Marburg
Tel.: 06421/9614-0
Fax: 06421/9614-23
www.beam-verlag.de

■ Redaktion:

Ing. Frank Sichla
electronic-fab@beam-verlag.de

■ Anzeigenverwaltung:

beam-Verlag
Myrjam Weide
m.weide@beam-verlag.de
Tel.: 06421/9614-16, Fax: -23

■ Erscheinungsweise:

4 Hefte jährlich

■ Satz und Reproduktionen:

beam-Verlag

■ Druck + Auslieferung:

Bonifatius GmbH, Paderborn
www.bonifatius.de

Hinweis:

Der beam-Verlag übernimmt, trotz sorgsamer Prüfung der Texte durch die Redaktion, keine Haftung für deren inhaltliche Richtigkeit. Alle Angaben im Einkaufsführerteil beruhen auf Kundenangaben!

Handels- und Gebrauchsnamen, sowie Warenbezeichnungen und dergleichen werden in der Zeitschrift ohne Kennzeichnungen verwendet. Dies berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten sind und von jedermann ohne Kennzeichnung verwendet werden dürfen.



Wie Startups von der Zusammenarbeit mit spezialisierten Dienstleistern profitieren

Auf einen Kaffee mit Dipl.-Ing. Dieter Bauernfeind, Hauptgesellschafter und Geschäftsführer der Elec-Con technology GmbH in Passau. **24**

Wie Startups von der Zusammenarbeit mit spezialisierten Dienstleistern profitieren

Auf einen Kaffee mit Dipl.-Ing. Dieter Bauernfeind, Hauptgesellschafter und Geschäftsführer der Elec-Con technology GmbH in Passau.



Aktives Zuhören heißt nicht nur Blickkontakt, sondern vor allem auch gezieltes Nachfragen, bis man den Punkt des anderen auch wirklich verstanden hat. Dieter Bauernfeind im Gespräch auf der embedded world 2023

Gegründet 2005 als Ingenieurdienstleister für Leistungselektronik, war das Unternehmen vor bald 20 Jahren selbst ein Startup. „Was uns anfänglich in unserer Entwicklung am meisten behindert hat“, resümiert Dieter Bauernfeind rückblickend, „war, dass wir immer ewig warten mussten, bis uns jemand die Muster gemacht hat. Denn ohne diese konnten wir den Kunden die durchdachte Funktionalität unserer Entwicklungen nicht nachweisen und damit auch keine Schlussrechnungen schreiben.“

Über die Jahre führte das dazu, dass Elec-Con mehr und mehr selbst in die Fertigung eingestiegen ist. Nicht als EMS – denn davon gibt es weit über 600 in Deutschland – sondern als Spezialist für Prototypen, Muster und Kleinserien. „Im Herzen sind wir immer noch Entwickler“, schmunzelt Dieter Bauernfeind beim Interview. „Wir fin-

den es immer noch unglaublich spannend, eine Schaltung zu designen, in Betrieb zu nehmen und bis zur Serientfertigung zu optimieren.“ Eine bestens durchdachte Schaltung mit perfekt aufbereiteten Fertigungsunterlagen sei ideal für die Logistiker und Prozesstechniker in der Großserie. Aber eben ziemlich langweilig für gestandene Entwicklungssingenieure.

Herr Bauernfeind, wie sind Sie eigentlich auf die Idee gekommen, sich um hardware-orientierte Startups zu kümmern?

Wir arbeiten seit Jahren sehr eng mit der Technischen Hochschule in Deggendorf zusammen und haben in der Nachbarschaft der Fakultät Elektrotechnik unser eigenes Projektlabor eingerichtet. Dabei haben wir sehr schnell gemerkt, dass viele angehende Ingenieure die Nähe zur Anwendung und zur Praxis suchen – und wir Ihnen durch unsere Entwicklungsprojekte spannende Aufgaben für Praktika, aber auch Bachelor- und Masterarbeiten bieten können. Durch die enge Verzahnung von Forschung und Praxis am Standort fallen Fahrzeiten weg – die Studieren-

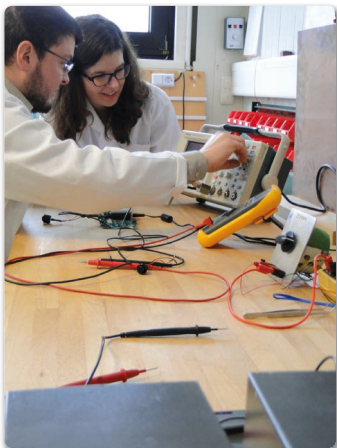
den können direkt aus dem Hörsaal in das Projektlabor wechseln und an ihren Projekten weiterarbeiten. Wichtig dabei ist auch die enge Abstimmung mit den Professoren, damit eine nahtlose Betreuung gewährleistet ist. Durch diese smarte Vernetzung zählen unsere Studenten regelmäßig zu den Jahrgangsbesten und räumen immer wieder entsprechende Preise ab. Einer unserer Masteranden promoviert gerade auf dem hochspannenden Feld der Applikation von KI in Stromversorgungen, um den Zustand der angeschlossenen Verbraucher direkt aus dem Stromverlauf zu erkennen – ohne jegliche zusätzliche Sensoren.

Durch das Projektlabor an der Hochschule werden wir auch häufig von jungen Absolventen angefragt, ob wir Muster fertigen, bei EMV-Themen oder auch bei der Weiterentwicklung unterstützen können. In den Gesprächen stellen wir dann häufig fest, dass im Grunde die gleichen Fehler immer wieder gemacht werden. Bestimmte Zusammenhänge sind aus Sicht eines frischgebackenen Ingenieurs einfach noch nicht vollumfänglich zu überblicken, vor allem, wenn die Praxiserfahrung fehlt.



Das Projektlabor hardware-nahe Digitalisierung, das Elec-Con an der TH Deggendorf betreibt, ist optimal für Hard- und Firmware-Entwicklung eingerichtet. Für die Studierenden bedeutet es sehr kurze Wege und effizientes Arbeiten

Elec-Con technology GmbH
www.elec-con.com



Das Pre-compliance-EMV-Labor von Elec-Con ist bestens ausgestattet und erlaubt Messungen, wie sie auch in Testhäusern durchgeführt werden. Teilnahme und Mitwirkung des Kunden bei der Bearbeitung seines Produktes ist bei Elec-Con ausdrücklich erwünscht!

Was meinen Sie damit konkret?

Ein neues, innovatives Produkt in den Markt einzuführen, ist eine echte Herausforderung, riskant und teuer. Damit ein Startup überhaupt erfolgreich werden kann, gilt es zunächst einmal, diese Risiken zu erkennen und zu minimieren - und auf alles zu verzichten, was vermeidbare Kosten mit sich bringt.

Ohne eigene Erfahrung tendiert man dazu, die eigenen Aufwände, also die Entwicklungszeit, deutlich zu unterschätzen, dafür aber die Materialkosten deutlich zu überschätzen. Leider sehen wir häufiger, dass die Leute mit den brillanten Ideen versuchen, alles selbst zu entwickeln, und sich dabei völlig verzetteln.

Mein Tipp an dieser Stelle: Volle Konzentration auf genau die Funktionen, welche das Produkt ausmachen. Periphere Funktionen – ob das jetzt die Stromversorgung ist, ein WLAN- oder Bluetooth-Modul, ein graphisches HMI oder ein komplexer Modulcomputer - kann man als fix- und fertige Baugruppe, getestet und zertifiziert, zu überschaubaren Konditionen einkaufen.

Das reduziert Risiken, macht die Entwicklung deutlich schneller - und wenn man später an den Punkt gelangt, dass nur eine eigene Entwicklung die gewünschte Lösung bieten kann, hat man in aller Regel

schon genug Geld in der Kasse, um das auch finanzieren zu können.

Ich bin mir aber auch darüber im Klaren, dass dieser Tipp seine Grenzen hat, beispielsweise bei Wearables oder wenn etwa der große Vorteil des Produkts in seiner Winzigkeit liegt.

Wie erkennen Sie, ob das Produkt eines Startups das Zeug zum „Fliegen“ hat?

Die Kernidee muss dem Kunden einen echten Mehrwert bieten, für den er bereit ist, Geld zu bezahlen. Und die Idee muss skalierbar sein. Das heißt, es muss auf den ersten Blick „unendlich viele“ potenzielle Kunden dafür geben. Genauso wichtig ist aber, dass man von Anfang an das Vertrauen in die eigene Lösung spürt und merkt, dass das Team für seine Ideen brennt.

Die nächste Stolperfalle lauert bei der Umsetzung: Gerade für weniger erfahrene Entwickler ist es eine echte Herausforderung, die Hardware so zu entwickeln, dass diese kostengünstig gefertigt werden kann – und auch kurzfristig. „Feld-Wald-und-Wiesen“-Mikrocontroller sind für den Entwickler sicherlich weit weniger spannend, als hochaktuelle KI-Chips. Aber sie sind in aller Regel kurzfristig verfügbar, und die Tool-Chain ist breit etabliert.

Kunden warten nicht gerne. Und sie wollen ein von Anfang an fehlerfrei und stabil arbeitendes Produkt, das die versprochene Lösung bietet. Vielleicht noch mit einem „Sahnehäubchen“ obendrauf, wie einer App-Steuerung als Alternative zu dem kleinen Display mit seinen wenigen Funktionstasten.

Gehen wir weiter in Richtung „eigenes Produkt“. Sind sich Startups in aller Regel im Klaren über Richtlinien, CE, EMV, elektrische Sicherheit etc.?

Die jungen Leute sind da schon sehr gut aufgestellt. Das ist nicht der Punkt. Sondern, mit diesen Anforderungen so umzugehen, dass sie nicht das Budget sprengen und zum Show-Stopper werden. Denn mit einer neu entwickelten Schaltung auf gut Glück ins Testlabor zu fahren, erweist sich schnell als ein teures Vergnügen. Dazu kommt: in nicht wenigen Fällen

ist das Produkt zunächst „durchgefallen“ und die Entwickler bleiben ratlos zurück.

Als echter Mehrwert für Startups und kleinere Unternehmen hat sich unser eigenes pre-compliance-EMV-Labor im Haus erwiesen, das wir als Spezialisten für Leistungselektronik ohnehin vorhalten. Während der Einsteiger noch die Quelle der Störungen sucht, reicht dem erfahrenen Schaltungsentwickler häufig schon ein Blick, um potenzielle EMV-Probleme zu erkennen. Ein kleiner Kondensator an der richtigen Stelle oder eine unscheinbar anmutende Änderung der Leitungsführung können hier bereits wahre Wunder wirken.

Ähnlich verhält es sich mit der elektrischen Sicherheit. Mit der entsprechenden Erfahrung sieht man oft schon auf Anhieb, wo die Herausforderungen stecken. Meist sind diese dem Entwickler noch gar nicht aufgefallen, dessen volle Aufmerksamkeit noch auf der Applikation liegt.

Zusammenfassend kann man sagen, dass sich die regulativen Aspekte für vergleichsweise wenig Geld in der Design-Phase berücksichtigen lassen, wenn man an den entscheidenden Stellen die richtigen Tipps bekommt. Ich glaube, dass wir diese Mentoren-Rolle richtig gut können.

Wenn die Entwicklung so weit abgeschlossen ist, muss möglichst bald gefertigt werden, um in den Markt zu kommen.

Das kann bei der derzeitigen guten Auslastung der EMS das

Projekt aber durchaus neu-nenswert verzögern, oder?

Bevor die neue Entwicklung in die Fertigung geht, würde ich auf jeden Fall einen „Design-Review“ einlegen. Das bedeutet, die eigene Schaltung durch einen erfahrenen, aber neutralen Experten begutachten zu lassen. Diesen Schritt – oder auch nachfolgende Feldtests – zu überspringen, aus welchen Gründen auch immer, kann für erfolgreiche Startups richtig gefährlich werden. Denn gerade bei disruptiv geprägten Innovationen zählt häufig der erste Eindruck bei der Markteinführung. Treten an dieser Stelle schwerwiegende Probleme zu Tage, spricht sich das schnell herum. Der Imageschaden ist dann nur schwer wieder gutzumachen.

An welche Dinge sollte man vor der Fertigung noch denken?

Verständlicherweise fokussieren sich Startups zunächst vorwiegend auf die Funktionalität der Applikation. Andererseits fehlt einem jungen Team aber einfach die Erfahrung, wie man Schaltungen so auslegt und aufbaut, dass sie einfach zu fertigen sind. Oder dass man sich z.B. rechtzeitig Gedanken macht, welche Gehäuseausführung eines Schlüsselbauteils marktgängig ist. Ein anderer einfacher Trick aus der Praxis ist, sich auf der Leiterplatte den Platz zu lassen, damit unterschiedliche Packages eines Bauteils eingesetzt werden können.

Dazu kommt: Wir entwickeln eigene Produkte und kennen die



Wichtig für die Ausbildung der Studierenden ist die enge Verzahnung zwischen Forschung und Lehre einerseits sowie der beruflichen Wirklichkeit. Hier stehen Prof. Dr. Robert Bösnecker und Dieter Bauernfeind vor dem Plakat von EPOS2 – einem gemeinsamen Forschungsprojekt, in dem ein Energie-Harvester zur batterielosen Versorgung eines Funkmoduls entwickelt wurde



Die Fertigung von Elec-Con ist hochflexibel – mit zwei SMD-Automaten, Dampfphase sowie Lötwellen. Ausgelegt ist sie für Muster und Kleinserien, die auch mehr als hundert SMD-Positionen enthalten können

wichtigsten Tools – und auch deren dunkle Ecken. Bei uns im Haus sind Eagle und Altium-Designer im Einsatz, aber auch freie Tools wie KiCAD. Entsprechend können wir beim Entwickeln wie beim Routen Hilfestellung leisten, aber auch bei Fragen im Umgang mit diesen teilweise sehr komplexen Werkzeugen. Mit unseren Tipps haben wir schon den einen oder anderen Maker vor einer sinnlos vergeudetem Arbeitswoche bewahrt.

Nachdem das Design verfeinert und optimiert wurde – wie finde ich den richtigen Partner für die Fertigung?

Genau diese Frage hat dazu geführt, dass wir vor zehn Jahren angefangen haben, unsere eigene Fertigung für Prototypen, Kleinserien und Muster aufzubauen. Elec-Con kommt ja aus der Entwicklung. War die Schaltung fertig, haben wir uns regelmäßig darüber geärgert, dass der EMS immer nur die Serie machen wollte – nur keiner wollte uns die eiligen fünf oder zehn Muster machen, die es für Freigabetesten im engen Terminplan braucht.

Heute ist das Bestücken von Kleinserien und Prototypen ganz klar eine unserer Kernkompetenzen. Damit können wir allen unseren Kunden einen kurzfristig verfügbaren Muster-Service mit eingebauter Beratungskompetenz zur Seite stellen. Eine kleine Serie von fünf oder 50 Stück bekommen wir auch kurzfristig durch unsere moderne Fertigung – einschließlich der Beschaffung der Bauteile. Manche Kunden gehen zwischen-

zeitlich so weit, dass sie ihre Bauteilbibliotheken mit unseren Datensätzen abgleichen. Damit ist gewährleistet, dass nur ein Teil der Bauteile materialisiert werden muss – gerade in den vergangenen Allokationszeiten brachte das teilweise erhebliche Zeitgewinne und/oder Kostenvorteile.

Ein Produkt besteht ja häufig nicht nur aus der Elektronik, sondern benötigt auch eine entsprechende Verpackung, sprich Gehäuse. Haben Sie diesbezüglich einen Tipp?

Wenn möglich, würde ich mit einem Katalogprodukt starten. Es gibt zahlreiche Hersteller mit cleveren Ideen und lässigen Designs; die Zeit der viereckigen grauen Kästchen ist lange vorbei.

Wenn es auf eine spezielle Form ankommt, kann das Tiefziehen von Kunststofffolien eine Alternative sein. Solche Teile lassen sich auch in kleinen Stückzahlen preiswert herstellen, weil die Werkzeuge vergleichsweise günstig sind. Einschränkungen gibt es allerdings hinsichtlich bestimmter Formen – oder bei der Integration von Abstandshaltern oder Montageböcken.

Ob Alu, Kunststoff oder Glas, generell ist bei Gehäusen ein spezielles Knowhow erforderlich, das wir in dieser Breite und Tiefe auch nicht haben. Wir greifen dann auf unser eingespieltes Netzwerk zu und stellen den direkten Kontakt her.

Was macht ein Startup, wenn die erste Serie erfolgreich verkauft ist?

Weiter. Und vor allem den Kunden aktiv zuhören und jeden Tag dazulernen.

Aus eigener Erfahrung kann ich nur dringend empfehlen, sich auch mit „langweiligen“ und für Ingenieure und Informatiker „überhaupt nicht charmanten“ Themenfeldern intensiv zu beschäftigen, wie etwa Buchhaltung, Website-Design, Marketing, Management oder Vertrieb. Wenn man erfolgreich sein eigenes Produkt auf den Markt bringt, muss man bisweilen seine Komfortzone verlassen und lernen, Verkaufsgespräche zu führen, Messestände zu organisieren oder ein Vertriebsteam zu leiten. Aber keine Angst: zu sehen, wie die eigene Idee sich entwickelt, zu sehen, wie sich das eigene Produkt am Markt durchsetzt, gibt so viel positive Energie, dass man das auch durchsteht!

Wann lohnt es sich, darüber nachzudenken, die Fertigung zu einem reinen EMS zu verlagern?

Ist ein Produkt erfolgreich, steigen die Stückzahlen, das Produkt ist ausgereift und die Stückliste stabil. Liegen die Losgrößen mal deutlich oberhalb 500 Einheiten, macht die Zusammenarbeit mit einer zwar hochflexiblen, aber vorwiegend auf Prototypen und Kleinserien fokussierten Fertigung für beide Seiten nur noch begrenzt Sinn.

Diesen Punkt haben wir mit einigen unserer Kunden bereits erreicht – und auch überschritten. Um an dieser Stelle nicht den Kontakt zu

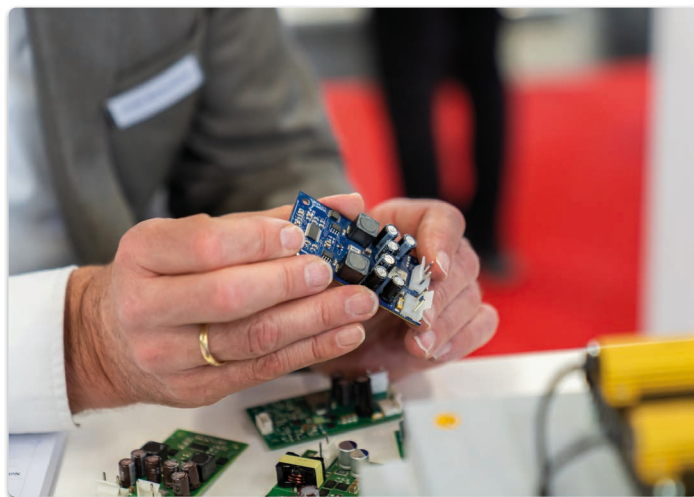
verlieren, greifen wir auf etablierte Partnerschaften mit Serienfertigern zurück. Jede Verlagerung eines Produkts zu einem anderen Fertigungsdienstleister bringt Risiken mit sich – die wir durch klar definierte Schnittstellen und enge Abstimmung versuchen, im Sinne der Kunden zu minimieren.

Die Entscheidung, mit wem er den weiteren Weg gehen möchte, trifft letztendlich jeder Kunde für sich. Was uns aber freut: Auch ehemalige Startups, die längst etabliert sind, und bei denen die Serie bei einem der großen EMS läuft, nehmen uns wieder mit, wenn es um neue Projekte und umfassende Weiterentwicklungen geht.

Wenn Sie in den Rückspiegel schauen: Vor welchem Kardinalfehler würden Sie Startups und junge Unternehmen warnen?

Gebt auf gar keinen Fall die Endmontage und die finale Prüfung des Produkts aus der Hand. Gerade am Anfang muss ich wissen, dass die Produkte, die ich ausliefere, perfekt sind. Das absolut Schlimmste, was ein Startup tun kann, ist, fehlerhafte Produkte zu den Kunden gelangen zu lassen. Das kostet viel Geld und jede Menge Reputation und ist (nicht nur) für junge Unternehmen ein nur schwer wieder gut zu machender Fehler.

Herr Bauernfeind, vielen Dank für das offene Gespräch und die vielen Tipps! ◀



Elec-Con entwickelt und fertigt selbst spezielle DC/DC-Wandler für den industriellen Einsatz. Diese Geräte sind sehr kompakt und leisten bis zu 250 W bei Wirkungsgraden bis 98%