



## Inside ELV – oder wie Qualität entsteht

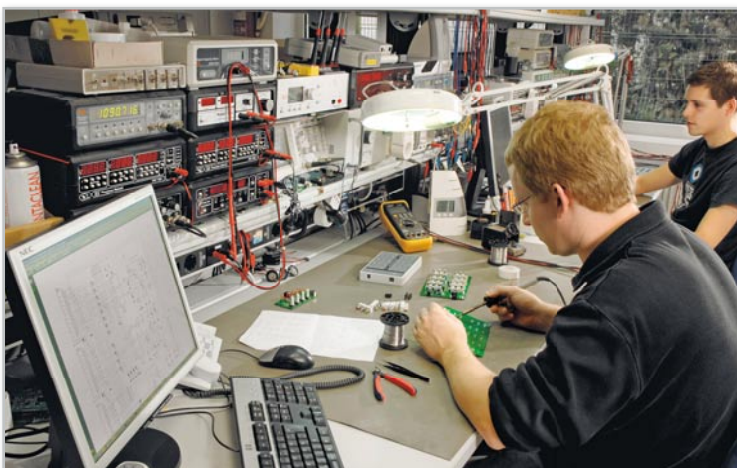
Teil 3

30 Jahre Technik erleben – dieses Credo des ELV-Jubiläumjahres ist für uns Anlass, unseren Lesern und Kunden während dieses Jahres einen tieferen Einblick in die Entstehungsgeschichte der im Hause entwickelten Produkte zu geben, bis Sie diese schließlich in den Händen halten können.

Sind Schaltungsentwurf, Platinenentwicklung und Konstruktion abgeschlossen, geht es daran, das Prototypenstadium mit ersten Funktionsaufbauten sowie der Erprobung abzuschließen und das gesamte Gerät auf Herz und Nieren zu testen.

### Ab ins Labor!

Nach der zunächst abgeschlossenen Entwicklungsphase von Schaltung, Platine und Gehäuse geht es nun an die praktische Umsetzung. Bisher war nahezu die gesamte Arbeit eine virtuelle am PC-Bildschirm, abgesehen von manchmal notwen-



**Bild 1:** Im Labor werden die ersten Prototypen auf den Original-Platinen bestückt. Das Ergebnis darf dem späteren fertigen Produkt in nichts nachstehen.

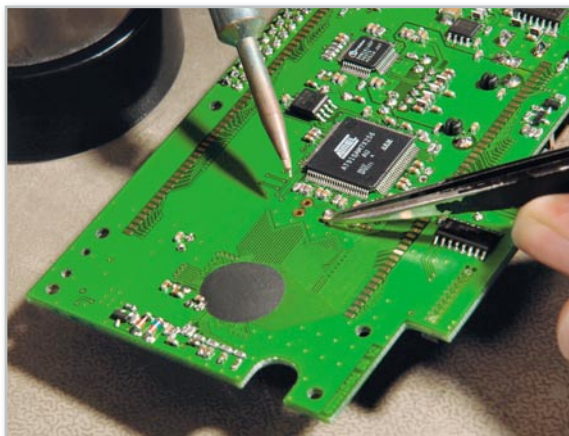
digen praktischen Testaufbauten der Entwickler, um z. B. die Auswirkungen bestimmter Programmierschritte oder besonderer Schaltungskonfigurationen, insbesondere mit bisher unbekanntem Bauelementen, auszuprobieren.

Nun gehen die ersten Platinen-Druckdaten an den Platinenhersteller, der eine kleine Serie davon liefert. Der „Umweg“ über den endgültigen Platinenhersteller, heute also die konzerninterne Fabrik in China, ist notwendig, damit die Prototypen in wirklich allen Eigenschaften dem endgültigen Produkt entsprechen. Unter heutigen gesetzlichen Normen, auf die wir noch kommen, könnte sich eine Kleinserienherstellung der Prototypen etwa im Entwicklungs-Labor des Hauses fatal auswirken, denn das ausgelieferte Produkt muss hundertprozentig dem getesteten und zugelassenen Produkt entsprechen.

Die Prototypen gehen in unser hauseigenes Labor, in dem ein Industriemeister und mehrere Facharbeiter arbeiten. Dazu kommen immer einige Auszubildende, denn ELV bildet einen großen Teil des Nachwuchses, hier den Elektroniker für Geräte und Systeme, selbst im Haus aus.

Das trifft übrigens auch zum großen Teil auf den Ingenieur- und kaufmännischen Nachwuchs zu. Viele Ingenieure praktizierten auch während ihrer Studienzeit im Haus, waren also später ohne große Einarbeitung sofort voll einsetzbar.

**Bild 2:** Ein Leichtes später für den Automaten, schwierig von Hand zu bestücken – dichte SMD-Bestückung, links ist hier ein Die zu sehen.

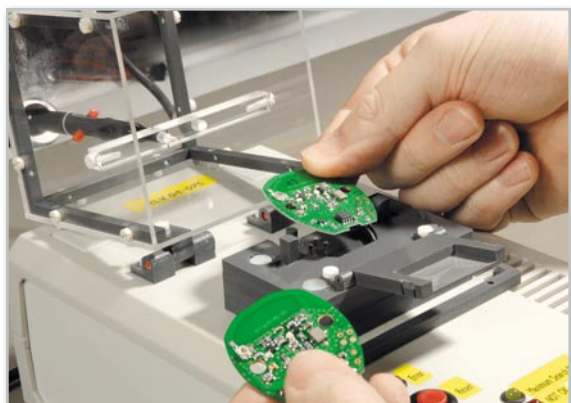


Doch zurück zur Entstehung unserer Geräte! Die eingetroffenen Prototypen-Platinen werden zunächst genau geprüft und dann exakt mit den Bauteilen bestückt (Abbildung 1), die später auch aus den Bestückungsautomaten im Produktionswerk in China laufen. Die Verantwortlichen, die vom Hauptsitz Leer aus die dortige Produktion steuern, sorgen dafür, dass es sogar die gleichen Chargen von Bauteilen sind, sofern dies relevant ist. Denn es kann durchaus sein, dass der an sich baugleiche Chip vom Hersteller X sich in einer bestimmten Schaltungsumgebung ganz und gar nicht wie der vom Hersteller Y verhält!

Das Laborpersonal muss hier vor allem eines können – perfekt löten! Denn die zum Teil extrem dicht bestückten SMD-Schaltungen erfordern auch extrem gute Lötfähigkeiten (Abbildung 2).

Die dichte SMD-Bestückung findet natürlich nicht zum Spaß statt. Hohe Schaltungskomplexität bei der gleichzeitigen Forderung eines kompakten Schaltungsdesigns erfordert den Einsatz extrem miniaturisierter Bauelemente mit hoher Packungsdichte. Neben der preiswerten Produktion ist dies auch eine Ursache für die oft zu findende Applikation sogenannter „Dies“, auch „Nackchips“ genannt. Das sind Chips, vorzugsweise die in großen Serien verbauten Mikroprozessoren, die ohne Gehäuse direkt in das Platinendesign gebondet werden. Ein solcher „Die“ ist ebenfalls in Abbildung 2 als schwarzer Klecks zu erkennen.

Die SMD-Problematik hat uns übrigens vor einiger Zeit auch dazu veranlasst, die komplizierte und bei Handlötung fehlerträchtige Bestückung von SMD-Bauteilen in der Serie dem Automaten zu überlassen. So kann der Anwender sich schnell



**Bild 3:** Selbst entwickelte und gefertigte Test-Tools erleichtern die Arbeit.

ler und mit hoher Sicherheit eines fehlerfrei aufgebauten Bausatzes erfreuen.

Ist die fehlerfreie Bestückung geschafft, erfolgen erste Tests auf grobe Konstruktions- oder andere Fehler im Labor. Parallel wird spezielles, eigenes Test-Equipment vom Labor selbst entwickelt und gefertigt, das schnelle und fehlerfreie Tests von nahezu beliebig komplexen Baugruppen in der späteren Serienproduktion rationell ermöglicht. Abbildung 3 zeigt ein solches Tool im Einsatz.

Mit den inzwischen ebenfalls eingetroffenen Gehäusemustern erfolgt die Komplettierung zum Gerät und ein erster Testlauf im Labor.

In diesem Zustand geht der Prototyp zurück auf den Tisch des Entwicklers. Der hat nun die Aufgabe, das Ganze endgültig in Betrieb zu nehmen, alle gewünschten Funktionen ausgie-



**Bild 4:** Erste Gerätemuster dienen der Vermarktung und der Nachbauhilfe.

big zu testen und, falls es notwendig ist, Modifikationen an Schaltung und – in Zusammenarbeit mit den bereits bisher einbezogenen Abteilungen – Konstruktion vorzunehmen. Bei notwendigen Änderungen beginnt also der gesamte Kreislauf von der Platinenentwicklung bis zum Prototyping von vorn, denn in der Großserie und unter Berücksichtigung gesetzlicher Forderungen geht es einfach nicht, mal eben drei, vier Drähte quer über die Platine zu legen oder einen Widerstand „fliegend“ einzubauen.

Unmittelbar mit dem Prototyping kommt auch eine weitere Forderung des Marketings und der „ELVjournal“-Redaktion auf das Labor zu – nämlich Fotomuster für die Werbung und Veröffentlichung zu erstellen (Abbildung 4). Dass hier vom Labor besonders sorgfältig und präzise gearbeitet werden muss, liegt auf der Hand: Erstens sind gute Produktbilder ein Werbeargument und zweitens eine wertvolle Hilfe beim Aufbau von Bausätzen.

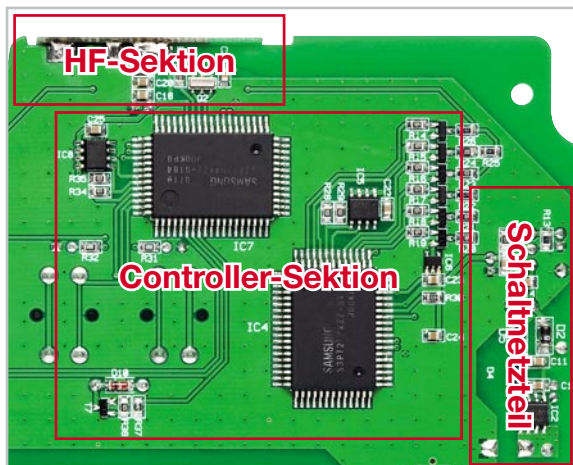




Sind die ersten voll funktionsfähigen Prototypen fertig, erhält das Labor die nächsten Aufgaben: Feldtest, Erstellen von Messreihen, eventuelle Fehleranalysen, Langzeit- und Handhabungstests. Da gehört eine speziell eingerichtete Freifeld-Messstrecke für Funkreichweiten-Messungen ebenso dazu wie komplett eingerichtete Räume für den Test der Haustechnik, etwa der Heizungssteuerungs-Systeme, oder ein Lader-Labor, in dem Ladetechnik unter realen Bedingungen auf Herz und Nieren getestet wird. Abbildung 5 zeigt eine solche Testanordnung für das HomeMatic-System.

Gestandene Elektroniker kennen es – erst im realen Einsatz offenbaren sich mitunter konstruktive oder entwicklungstechnische Schwächen.

Ein Beispiel: Da hat man dann etwa erst im Feldtest die Erscheinung, dass in einer bestimmten Ausrichtung von Funk-Komponenten zueinander extreme Feldstärkeeinbrüche stattfinden, bis hin zum komplett unmöglichen Empfang. Vergewagt man sich, in welcher Umgebung der Empfang oder das Aussenden stattfinden müssen, kann man ersehen, welche Probleme der Entwickler bewältigen muss: Da arbeiten Schaltnetzteile, hoch getaktete Mikroprozessorschaltungen, per Multiplex angesteuerte Displays und die Funktechnik auf engstem Raum zusammen (Abbildung 6), dazu kommen dann noch schirmende Teile und ein extrem kompakter Aufbau. Und



**Bild 6:** Schaltregler, hoch taktende Prozessorschaltungen und HF-Baugruppen auf engstem Raum stellen höchste Anforderungen an Design, Konstruktion und Zulassungsmessungen, hier im noch recht großzügig gestalteten neuen FS20 AS3D1, der in diesem Heft vorgestellt wird.

**Bild 5:** Die Prototypen müssen sich in realen Anwendungsumgebungen bei Langzeittests bewähren.

nicht immer findet man dann eben auf Anhieb den richtigen Platz für HF-Baugruppe und Antenne – Theorie und Praxis sind hier manchmal schwer in Übereinstimmung zu bringen. Auch die ausgiebige Erprobung der steuernden Software, auch unter extremen Bedingungen wie Fehlbedienung, plötzlichem Spannungsausfall, abrupter Spannungswiederkehr, zeitweise ausfallendem Funkempfang, von der Norm abweichenden Sensor-Messwerten und dergleichen Problemen, gehört zu diesen Feldtests. Hierbei wird das Labor auch von weiteren Abteilungen wie dem EMV-Labor oder der entwicklungsbegleitenden Qualitätssicherung unterstützt.

Denn sind erst einmal 100.000 fehlerhaft programmierte Prozessoren als Die auf den Platinen gelandet, ist der Schaden immens. Hier ist die Verantwortung der Entwickler und des Laborpersonals hoch – nicht umsonst haben einige Mitarbeiter der hochspezialisierten Teams „EMV-Labor“ und „entwicklungsbegleitende Qualitätssicherung“ ihre berufliche Laufbahn im Labor begonnen ...



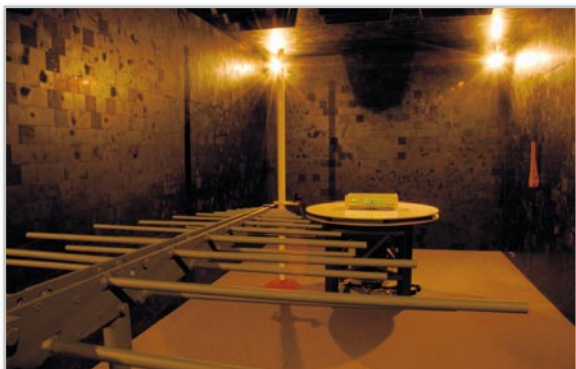
**Bild 7:** Viel Papier bis zur Marktreife – für Entwicklung, Test und Fertigung sind zahlreiche Vorschriften zu beachten. Am Schluss stehen verbindliche Nachweise der Einhaltung dieser Vorschriften.

## Chips unter Beschuss – das EMV-Labor

Untrennbar mit der Arbeit des Labors, des Entwicklers, der Konstrukteure und der Layouter ist die Arbeit des Labors für elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und Gerätesicherheit verbunden. Das wird in jeder Phase der Entwicklung einbezogen und muss mit seinen abschließenden, sehr speziellen Tests schließlich dafür geradestehen, dass das fertige Gerät allen gesetzlichen Bestimmungen entspricht und, wie es im Gesetzestext so schön heißt, „in Verkehr gebracht“ werden kann.

Wozu die umfangreichen Gesetze? Heute arbeiten elektronische Geräte in einem Umfeld, das vielfältig auf sie einwirkt. Aber auch umgekehrt ist das der Fall.

Äußere Einflüsse sind etwa HF-Einstrahlungen ins Gerät selbst, in angeschlossene Leitungen, Störausstrahlungen anderer Elektrogeräte, Netzstörungen bis hin zu elektromag-



**Bild 8:** Der Absorberraum – perfekt abgeschirmt für absolut reproduzierbare Messungen

netischen Impulsen, ausgelöst durch Blitzeinschläge in das Stromnetz, Einschaltimpulse großer Verbraucher oder Schaltvorgänge im Versorgungsnetz. Auch vom Gerät selbst können vielfältige Störungen ausgehen: Schaltimpulse, Taktimpulse, unerwünschte HF-Abstrahlungen und Weiteres können andere Geräte stören und deren Funktion beeinflussen. All dies fällt unter dem Oberbegriff der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) zusammen.

Jeder Hersteller, der elektronische und elektrische Geräte in Verkehr bringt, ist dazu verpflichtet, alle Maßnahmen zu ergreifen, dass die zahlreichen Richtlinien und Vorschriften, die der Gesetzgeber auf Empfehlung landes-, europa- und weltweit arbeitender Normungsgremien vorschreibt, umgesetzt werden. Erst dann darf er das für das legale Inverkehrbringen notwendige Konformitätszeichen (CE-Zeichen) an sein Gerät anbringen. Das betrifft z. B. das Gebiet der EMV ebenso wie die Gebiete der Gerätesicherheit, der Spielzeugsicherheit oder der Zulassung von Funk- und Telekommunikationsgeräten oder der RoHS-Konformität der Fertigung. Jeder Hersteller hat dazu für eine Prüfung durch die Überwachungsbehörden, z. B. die Bundesnetzagentur, bestimmte Prüfungsnachweise bereitzuhalten, die eine normenkonforme Ausführung des Gerätes und auch von dessen Fertigung nachweisen (Abbildung 7).

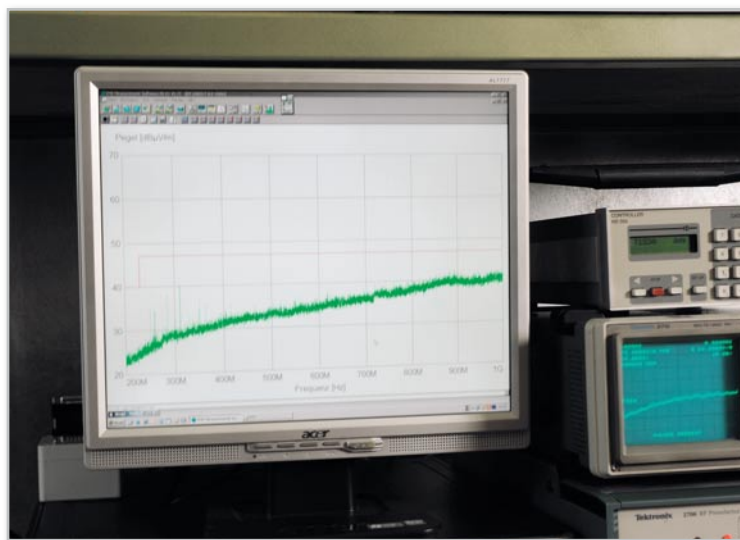
Die Aufgabe des EMV-Labors besteht also darin, derartige Nachweise zu führen und dazu die entsprechenden Messungen durchzuführen. Eine wichtige Aufgabe ist auch das Aufbereiten neuer Vorschriften und Gesetze für die praktische Anwendung, sei es durch die Entwickler, die Dokumentation oder die Produktion.

Kernstück des EMV-Labors, das ebenfalls Arbeitsplatz erfahrener, hochqualifizierter Ingenieure ist, ist die „Abschirmkam-



**Bild 9:** Hier laufen alle Fäden zusammen – einer der Messplätze im EMV-Labor

mer“ mit der kompletten Bezeichnung „Compact Diagnostic Chamber (CDC)“ (Abbildung 8). Dies ist ein elektromagnetisch von der Umgebung entkoppelter Raum, in dem reproduzierbare, von äußeren Einflüssen freie Messungen stattfinden können. Dazu zählen neben einer sehr speziellen (und sehr teuren) Abschirmung auch eine spezielle Stromversorgung, eine spezielle Klimatisierung und natürlich das erforderliche, ebenfalls sehr hochwertige Messequipment, das sich weitgehend außerhalb des Absorberraums befindet (Abbildung 9). Mit der damals überaus teuren Anschaffung des Absorberraums bereits Anfang 1990 war ELV bereits sehr früh in der



**Bild 10:** Hochkomplexe Messtechnik, viel Ingenieurs-Erfahrung und akribisch ausgeführte Messabläufe sorgen für den Nachweis der Erfüllung aller gesetzlichen Vorschriften.

Lage, normenkonforme EMV-Messungen im eigenen Hause auszuführen, unabhängig von den in dieser Branche tätigen Dienstleistern. Zu Beginn konnten hier sogar Dienstleistungen für andere Elektronikfirmen ausgeführt werden, heute ist der Terminkalender des EMV-Labors nahezu randvoll mit Messungen eigener Produkte, zumal deren Umfang in den letzten Jahren enorm zugenommen hat. Auch das Personal muss sich hier ständig neuen Qualifikationsaufgaben stellen.

Im Absorberraum werden alle Messungen an produktionsfertigen Produkten vorgenommen, die eine elektromagnetisch geschützte Umgebung voraussetzen, als da z. B. wären Funk-Störaussendungsmessungen (Abbildung 10) und vielfältige Störfestigkeitsmessungen zur Einstrahlung hochfrequenter elektromagnetischer Felder.

Sind alle vorgeschriebenen Messungen abgeschlossen und dokumentiert, geht es nun daran, die Produktion vorzubereiten und in einer Vorserie „anzufahren“.

Das werden wir im nächsten Teil unserer Jubiläumsserie genauer beleuchten.

**ELV**