

# WECHSELWIRKUNG von Design, Entwicklung & Produktion in der Elektronikfertigung



Hoffmann + Krippner



# INHALTSVERZEICHNIS

## Inhaltsverzeichnis

Der Weg eines Produktes: Von der ersten Idee bis zur Fertigung.....	2
Industriedesign: Zwischen Ästhetik und Funktionalität.....	3
Entwicklung: Genauigkeit und Nachvollziehbarkeit.....	5
Produktion: Von Bauteilen bis hin zur Leiterplatte.....	7
Fazit: Von linearen Prozessen & kombinierten Strategien.....	12

## Der Weg eines Produktes: Von der ersten Idee bis zur Fertigung

Die Entstehung eines Produktes ist ein komplexer Vorgang. Wenn man sich das Bild eines elektronischen Gerätes vor Augen führt, dann sind an dessen Entstehung die verschiedensten Spezialisten beteiligt. Bevor der elektronische Schaltungsentwurf erstellt wird, muss natürlich zuerst das Produktmanagement gemeinsam mit den Kunden aktiv werden. Hier wird ein Anforderungsprofil erstellt, das in Requirements übersetzt wird. Und erst jetzt gehen Hardware-Entwickler an den Schaltungsentwurf, der wiederum in ein Layout überführt wird. Neben der reinen Fertigung spielt außerdem die Funktionalität eine große Rolle. Häufig sind Microcontroller mit einer Embedded-Software auf den Baugruppen positioniert und die Baugruppe an sich ist mechanisch durch Schnittstellen und Kabelanschlüsse an das Gesamtprodukt angeschlossen. Erst das Zusammenspiel sorgt dafür, dass das Produkt einsatzfähig wird.

Und hier hört es auch noch nicht auf, denn die fertigen Baugruppen müssen anschließend in ein Gehäuse verbaut werden. Das Produktdesign kommt mit ins Spiel und sorgt für die richtige Haptik. Man sieht es schon: Viele Fachleute sind im Einsatz, damit am Ende des Tages ein erfolgreiches Produkt in den Händen des Kunden liegt. Jeder für sich macht eine gute Arbeit, es zählt aber der Gesamtprozess von der Idee bis zum fertigen Produkt.

Wenn auf den Entwurfprozess die Produktion folgt, ist es im Interesse aller Stakeholder, dass Entwürfe an die Hersteller gegeben werden, die im Hinblick auf Kosten und Produktion optimiert sind. Man kennt es aus Ansätzen wie Design for Testability oder Design for Manufacturing. Dafür müssen alle Prozesse auf dem Weg gut ineinandergreifen – und das

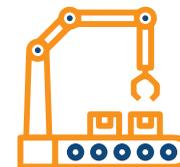
von Beginn an, nicht erst wenn die einzelnen Phasen finalisiert werden. Deswegen werden im Folgenden die Herausforderungen und Chancen der Bereiche Design, Entwicklung und Produktion beschrieben.



## Design



## Entwicklung



## Produktion



# DESIGN

## Industriedesign: Zwischen Ästhetik und Funktionalität

Beitrag der Hoffmann + Krippner GmbH

Für ein marktfähiges Produkt müssen Design und Funktion miteinander in Einklang gebracht werden. Das Design ist das erste, was die Aufmerksamkeit der Kunden im späteren Handel gewinnt. Aber ein ästhetisch ansprechendes Erscheinungsbild allein entscheidet nicht über die Fertigbarkeit des Produktes. Im Industriedesign geht es also auch um die Konstruktion der Teile, man denkt schon zu Beginn über die Montage und Fertigungstechnologien nach. Nur so wird eine schnelle und kostengünstige Produktion möglich.

Im Bereich Design- und Produktentwicklung starten die Prozesse in der Regel mit einem Kundenworkshop zu den Vorstellungen und Vorgaben. Hierauf folgt die Designentwicklung mit ersten technischen Lösungen. Währenddessen und auch in späteren Prozessen steht man im ständigen Austausch mit dem Kunden. Allerdings hört die Kommunikation hier noch nicht auf. Man spricht außerdem mit Entwicklern und Herstellern. Ein gut strukturierter Designprozess sorgt insgesamt für eine bessere Wertschöpfung, weniger Kosten und eine optimale Funktionalität. Es umfasst also weit mehr als die reine Ästhetik, es steht für Qualität, Funktionalität und auch eine State-Of-The-Art-Technologie.

Wird im Industriedesign eine gute Vorarbeit geleistet, sorgt das wiederum auch in der Entwicklung und in der Produktion für eine bessere Effizienz und Kostenreduktion. Die Kombination der drei Bereiche kann in der Produktentwicklung für den entscheidenden Wettbewerbsvorteil sorgen.

### Herausforderungen

Herausforderungen entstehen vor allem in dem Moment, wo Absprachen mit der Entwicklung und der Produktion fehlen. Jedes Produkt stellt technische und ergonomische Anforderungen an das Design. Es gibt ein vorgegebenes Material, Ansprüche an die Zertifizierungen und gleichzeitig soll ein ästhetisches Erscheinungsbild eingearbeitet werden. In der Planung ist dies erstmal kein Problem, wenn es im weiteren Prozess aber häufiger zu Layoutanpassungen nach der Prüfung in der Produktion oder weiteren Anpassungen in der Entwicklung kommt, dann hat dies auch Auswirkungen auf das Produktdesign.



ergonomisch



funktional



innovativ



effizient



nachhaltig



# DESIGN

## Erfolgsfaktor Corporate Design

Im Produktdesign gibt es einige Erfolgsfaktoren, die aus Kundensicht nicht zu unterschätzen sind. So ist zum Beispiel die Corporate Identity ein wichtiges Instrument. Sie sorgt im Produktportfolio für ein durchgängiges und rundes Erscheinungsbild. Wenn Designer frühzeitig in den Entwicklungsprozess einbezogen werden, können hier viele Vorteile aus dem Corporate Design genutzt werden, von optimierten Prozessen und geringeren Kosten bis hin zu einer höheren Rentabilität.

## Erfolgsfaktor Markenbildung

Ein Produkt ist nicht nur das Erzeugnis aus verschiedenen Arbeitsprozessen. Es ist vielmehr auch Botschafter, Werbeträger und Vermittler einer Marke. Mit dem Design, der Qualität und Funktionalität trägt es direkt zum Unternehmenserfolg bei. Im Industriedesign müssen die technisch-funktionalen Alleinstellungsmerkmale und Besonderheiten des Produktes zur Geltung gebracht werden.

## Erfolgsfaktor Ergonomie & Bedienbarkeit

Ein fertiges Produkt muss den Bogen spannen zwischen einer ansprechenden Gestaltung und den vielfältigen Anforderungen an die Funktionalität. Und das, ohne dass die Kosten überhandnehmen. Gerade mit fortschreitenden Technologien werden die Herausforderungen an die Ergonomie und Bedienbarkeit größer. Die Elektronik wird immer kleiner, während die Anforderungen an die Visualisierung steigen. In fast allen Bereichen nimmt die Komplexität so zu.

## Wie man Entwicklung und Fertigung einbezieht

Alle Aspekte in der Produktentwicklung unter einen Hut zu bekommen ist in der Regel sehr zeitaufwendig. Wenn man Prozesse allerdings dahingehend optimiert, dass schon in der Entwicklung das Design mitgedacht wird und im Umkehrschluss in der Designentwicklung bereits mit Herstellern gesprochen wird, dann sind enorme Zeit- und Kostenersparnisse möglich.

Zu Beginn des Designprozesses sollte eine fertigungs- und montagegerechte Produktentwicklung im Fokus stehen und über den gesamten Zeitraum mitgedacht werden. So müssen zum Beispiel alle Bauteile identifiziert und im besten Fall schon eine erste Machbarkeit mit Herstellern abgesprochen werden. Die Verfügbarkeit und Platzierung von Bauteilen haben einen großen Einfluss auch auf das Design. Erst im Anschluss sollte mit der Detailentwicklung gestartet werden.



Die Hoffmann + Krippner GmbH hat ihre Erfolgsfaktoren für ein gutes Produktdesign bereits gefunden:

- ✓ durchgängiges Erscheinungsbild schaffen
- ✓ technisch-funktionale Alleinstellungsmerkmale finden
- ✓ Priorität auf Ergonomie und gute Bedienbarkeit setzen
- ✓ Gleichgewicht zwischen guter Gestaltung und vielfältigen Anforderungen finden
- ✓ Frühzeitige Zusammenarbeit von Industriedesignern und Ingenieuren
- ✓ Passende Montage und Fertigungstechnologien auswählen
- ✓ Auf einfache Werkzeug- und Gehäusekonzepte fokussieren
- ✓ Schnelle Prototypen



# ENTWICKLUNG

## Entwicklung: Genauigkeit und Nachvollziehbarkeit

Beitrag der Carneios GmbH

In der Hard- und Softwareentwicklung müssen in der heutigen Zeit immer komplexere Systeme entwickelt werden. Für die Software gelten dabei Anforderungen, die über die eigentliche Funktion hinausgehen. Eine nachvollziehbare Entwicklung wird nicht zuletzt von den Standards zur funktionalen Sicherheit ISO 26262 und der Cyber Security ISO 21434 gefordert, damit Abweichungen von den Vorgaben und andere Fehlentwicklungen frühzeitig erkannt und behoben werden können.

Um diese Anforderungen zu gewährleisten, muss eine softwarebasierte Systementwicklung geplant und geprüft werden. Im Jahr 2005 wurde dazu der branchenspezifische Standard Automotive SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination) veröffentlicht. Hierin geht es um die Analyse, Bewertung und Verbesserung von Prozessen in der softwarebasierten Systementwicklung.

Die Anwendung eines solchen Prozesses ermöglicht die Beurteilung der Arbeitsprodukte und erlaubt gleichzeitig die Bewertung der Vollständigkeit, indem Reifegrade festgelegt werden. Ein Reifegrad 0 bedeutet, dass die erwarteten Arbeitsprodukte eines Prozesses unvollständig existieren oder ungeeignet sind. Ein höherer Reifegrad wiederum zeigt, dass die Arbeitsprodukte nach Vorgaben eines Prozesses entstanden sind, geplant und gesteuert wurden, bis hin zum Einsatz eines standardisierten Prozesses einer assessierten Organisationseinheit. Nach dem Stand der Technik ist eine Umsetzung der Reifegrade 2 oder 3 derzeit üblich.

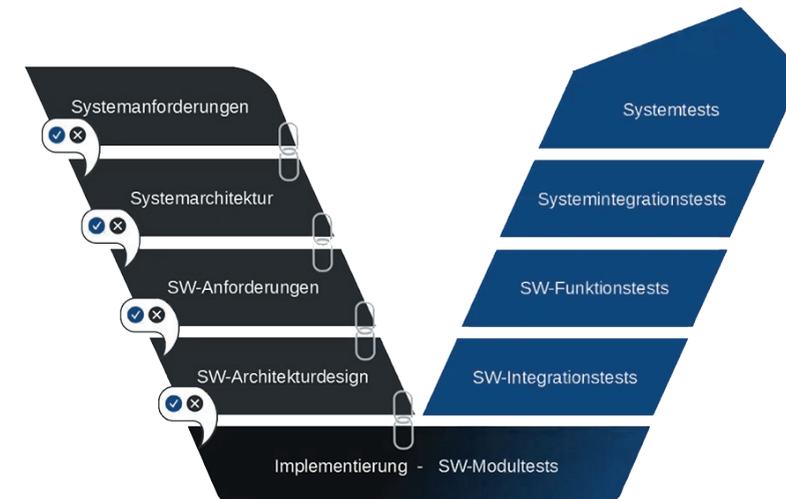
## Das V-Modell der Softwareentwicklung

Im klassischen V-Modell der Softwareentwicklung wird der Entwicklungsprozess in Stufen durchgeführt, in denen die Prozesse auf der linken Seite des V mit ihren Arbeitsprodukten jeweils aufeinander aufbauen. Die rechte Seite des V überprüft die Ergebnisse der Prozesse auf der linken Seite jeweils durch eine entsprechende Teststufe.

Carneios arbeitet nach einem erweiterten, iterativen V-Modell. Die Erfahrung zeigt, dass Anforderungen an ein Produkt zu Beginn der Entwicklung selten vollständig vorliegen. Das iterative V-Modell trägt dem Rechnung, indem in mehreren Musterstufen entwickelt wird. In den Musterstufen wird wiederum jeweils ein eigenes V-Modell abgearbeitet, wobei sich bei den späteren Mustern auf die Unterschiede konzentriert werden kann. Die Gesamtentwicklung kann dadurch flexibler an sich ändernde Anforderungen angepasst werden.

### Kundenanforderungen

### Kundenabnahme



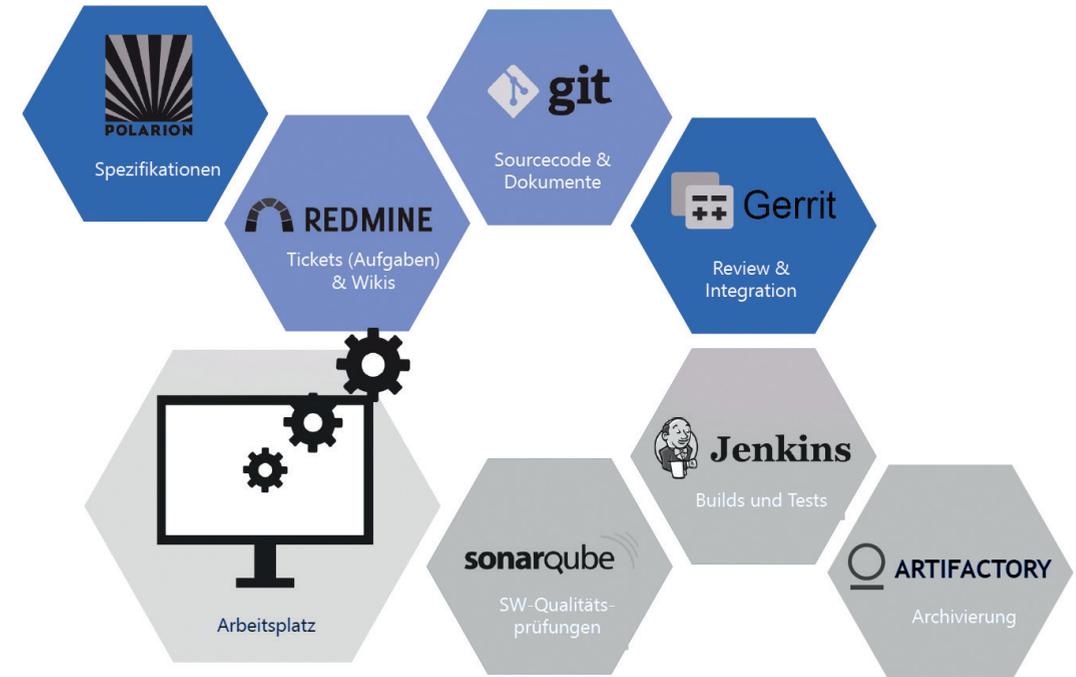


# ENTWICKLUNG

## Das passende Tooling im Entwicklungsprozess

Eine effiziente Arbeit in stark dokumentationslastigen Prozessen ist ohne unterstützendes Tooling nicht möglich. Dabei sind die eingesetzten Tools auf die jeweiligen Arbeitsprodukte spezialisiert, wie zum Beispiel Requirement-Management, Architektur-Modellierung, Issue-Tracking, Versionsverwaltung und Build-Management.

In den letzten Jahren hat die Carneios eine entsprechende Prozessdefinition entwickelt und ein dazu unterstützendes Tooling bereitgestellt.



Die Carneios GmbH legt in der Softwareentwicklung viel Wert auf Genauigkeit und Nachvollziehbarkeit. Von Embedded Engineering bis hin zur Umsetzung komplexer Simulationen, das Leistungsportfolio ist breit gefächert:

- ✓ Embedded Systeme und PC-Applikationen
- ✓ Software-Projektmanagement
- ✓ Anforderungsmanagement mit DOORS & Polarion
- ✓ Architektur-Design mit Rhapsody oder Enterprise-Architect
- ✓ Software-Entwicklung und Implementierung
- ✓ Testmanagement (Integrations-, Modul- und Softwaretests)
- ✓ Prozessmodellierung und Prozessdokumentation inkl. Prozessoptimierung
- ✓ Fehleranalysen, Code Quality Reviews
- ✓ Trainings und Schulungen



# PRODUKTION

## Produktion: Von Bauteilen bis hin zur Leiterplatte

Bei neuen Anfragen führen die meisten EMS-Dienstleister eine technische Machbarkeitsprüfung durch. Hierzu sei jedoch erwähnt, dass es nur noch wenige Beispiele gibt, die technisch wirklich nicht umsetzbar sind. In den meisten Fällen ist es nur eine Frage des Aufwands und somit auch der Kosten. Für Serienproduktionen sollte jedoch gerade hinsichtlich der Kosten auf einige Faktoren Wert gelegt werden. Zusätzlich hat eine ausgereifte Serienproduktion einen deutlich erhöhten Automatisierungsgrad und dadurch auch eine größere Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit. Zu den wichtigsten drei Faktoren, die bereits in der Entwicklungsphase berücksichtigt werden sollten, gehören:

- Auswahl von Bauteilen
- Platzierung von Bauteilen
- Leiterplatten

### Die Auswahl von Bauteilen

Die Auswahl der zu verwendenden Bauteile im Entwicklungsstatus ist elementar wichtig. Neben dem **Kostenfaktor** ist die Art der Bauteile vor allem entscheidend für die **Verfügbarkeit/Lieferzeit** des Endgerätes und den **Produktlebenszyklus**.

Nach Möglichkeit sollten **passive/diskrete Bauteile** (Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Transistoren) **ohne Herstellerbindung** berücksichtigt werden. Anhand der Angabe

von den elektrischen, relevanten Kennwerten für die Position in der Stückliste kann der Fertiger entweder auf den Lagerbestand zugreifen, oder hinsichtlich des Preises und der Verfügbarkeit den aktuell besten Artikel beschaffen. Zudem ist man bei Abkündigungen flexibler bei dem Einsatz von Alternativen.

Weiterhin sollte in diesem Schritt darauf geachtet werden, dass **„gleiche“ Bauteile zusammengefasst** werden. Wenn in einer Stückliste z.B. ein Kondensator mit den gleichen elektrischen Kennwerten aber in drei verschiedenen Bauformen (z.B. 0402, 0603 und 0805) enthalten ist, haben EMS-Dienstleister mit Artikelanlage, Bestellung, Wareneingangsprüfung, Auslagerung, Rüstung, Rücklagerung etc. den dreifachen Aufwand. Eine weitere Praxisempfehlung ist, nicht nur auf die Bauformen zu achten, sondern Kondensatortypen mit unterschiedlichen Spannungsfestigkeiten zu einem Typ zusammenzufassen. Beispiel: Statt je einen gleichwertigen Kondensator mit 16V und 25V Spannungsfestigkeit, sollten lieber zweimal der gleiche Kondensator mit 25V eingesetzt werden.

***Auf Grundlage der aktuellen Marktsituation empfehlen wir sowohl hinsichtlich der Kosten als auch der Verfügbarkeit den Einsatz der Bauformen 0402 oder 0603. Die kleinste Bauform, die wir bei A+B Electronic aktuell bestücken ist 0201, unsere Maschinen sind jedoch in der Lage auch die aktuell kleinste Bauform 01005 zu bestücken.***



# PRODUKTION

Für **aktive Bauteile** sollten in der Entwicklungsphase schon mögliche **Alternativen** geprüft und auch in der Schaltung berücksichtigt werden. Dadurch wäre durch eine Bestückungsvariante ein kurzfristiger Wechsel auf die Alternative(n) ohne Layoutanpassung möglich. Ein weiterer Faktor, der geprüft werden sollte, ist der freigegebene Temperaturbereich. Sind für die Anwendung mehrere verfügbare Temperaturbereiche eines Bauteils ausreichend, sollte diese Information auch mit in die Stückliste aufgenommen werden. Je nach Marktlage, kann die Verfügbarkeit eines Bauteiltyps in den unterschiedlichen Temperaturbereichen stark abweichen.

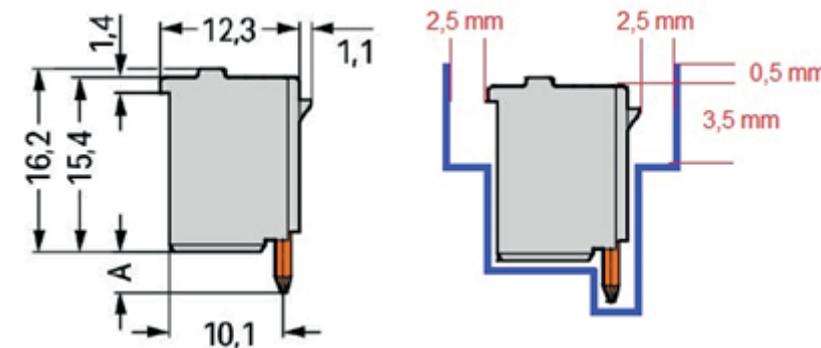
Ein Punkt, der aktuell noch recht aufwändig zu betrachten ist, ist der **Lebenszyklus von Bauteilen**. Hierbei ist nicht die Nutzungsdauer, also die Zeit bis zu einem möglichen Bauteildefekt, sondern die Zeit zwischen Markteinführung und Abkündigung des Bauteils gemeint. Diese Information gibt der Hersteller bei der Markteinführung nicht bekannt. Anhand von bisherigen Abkündigungszeiträumen lassen sich aber für die unterschiedlichen Hersteller Erfahrungswerte zu den Lebenszyklen ableiten. Diese Informationen als Entwickler, oder auch Einkäufer, für eine gesamte Baugruppe herauszufinden, wäre jedoch sehr zeitintensiv. Mittlerweile gibt es hierfür Softwarelösungen, die sowohl bei der Bestimmung eines Produktlebenszyklus als auch bei der Findung von Alternativen, unterstützen kann.

*Hier sind wir aktuell in der Testphase und optimistisch, dass wir bis Mitte des Jahres 2022 für unsere Kunden sowohl Analysen für bestehende Baugruppen als auch Support bei der Neuentwicklung geben können.*

Grundsätzlich sollte in der Entwicklungsphase hinsichtlich der Kostenstruktur für das Endgerät versucht werden, ausschließlich SMD-Bauteile auszuwählen. Für viele **THT-Bauteile** gibt es mittlerweile auch eine **SMD-Alternative**. Zum einen sind erfahrungsgemäß

die SMD-Alternativen kostengünstiger als die THT-Bauteile und zum anderen enthält der THT-Fertigungsprozess beim EMS-Dienstleister mehr manuelle Arbeiten und ist somit auch aufwendiger. Gerade im Bereich Steckverbinder ist der Einsatz von THT-Bauteilen für viele Kunden unvermeidbar. In diesem Fall sollte die frühzeitige Kommunikation zwischen Entwickler und Fertiger gewählt werden. Denn es gibt auch THT-Stecker, die mit dem sogenannten Pin-in-Paste-Verfahren Reflow gelötet werden können.

*Hier haben wir auch ein Praxisbeispiel, in dem der Kunde uns rechtzeitig auf die Notwendigkeit eines THT-Steckers aufmerksam gemacht hat, sodass wir gemeinsam mit dem Hersteller einen spezielle Gurttasche für dieses Bauteil entworfen haben. Dadurch konnte der Hersteller uns die THT-Bauteile gegurtet anliefern. Somit war es für uns möglich, die THT-Stecker, wie ein SMD-Teil zu behandeln, diese auf unsere SMD-Linie aufzurüsten und mit Hilfe eines Greifaufsatzes unseres Bestückungsmodul die Bauteile automatisiert zu bestücken.*





# PRODUKTION

## Die Platzierung von Bauteilen

Auf Grund von sogenannten **Schattenbildungen** ist es bei der Platzierung von SMD-Bauteilen wichtig, sehr kleine Bauteile nicht neben sehr hohe zu setzen. Schattenbildungen können sich bei mehreren prozessrelevanten Fertigungsschritten negativ auswirken. Gerade bei der Überprüfung der SMD-Lötstellen mit Hilfe eines 3D-AOI (automatisch optischen Inspektion) können Schattenbildung dazu führen, dass nicht alle Bereiche ausreichend belichtet und beurteilt werden können. Hierdurch kommt es zum einen zu vielen Pseudo- Fehlern, zum anderen könnte es aber im schlimmsten Fall sogar passieren, dass Echtfehler übersehen werden. Zusätzliches könnte es bei doppelseitig SMD-bestückten Baugruppen Schwierigkeiten bei einer möglichen Wellenlötung geben. Durch die Schattenbildung erreicht das Lötzinn eventuell nicht die Lötpins und -pads der kleineren SMD-Bauteile.

Ebenfalls sollten Bauteile mit **unterschiedlichen Pastenbedarfsmengen** (z.B. Leistungsteile im Vergleich zu Fine-Pitch-Bauteilen) möglichst nicht direkt nebeneinander platziert werden. Eine Möglichkeit, um unterschiedliche Pastenmengen realisieren zu können, sind Stufenschablonen. Hierfür ist aber ein gewisser Abstand zwischen den Bauteilen notwendig, um die Stufen in den Schablonen einzuarbeiten. Eine andere Möglichkeit, die oft bevorzugt eingesetzt wird, ist ein **Jetprinter**. Der Jetprinter hat einen feinen Dosierkopf mit dem er gezielt auf einzelnen Pads zusätzliche Paste aufbringen kann. Neben der Möglichkeit unterschiedliche Pastenmengen aufzubringen, kann der Jetprinter auch für die Produktion von Prototypen ohne die Anschaffung einer Schablone genutzt werden. Anhand der Leiterplattendaten wird ein Druckprogramm erstellt. In der gleichen Vorgehensweise kann der Jetprinter auch gezielt Klebepunkte setzen.

Aus Kostengründen sollte man bei doppelseitig bestückten Baugruppen zudem Wert darauf legen, dass die **Aufteilung der Bauteilanzahl möglichst gleichmäßig auf beiden Seiten**



erfolgt. Die Maschinen sind dafür ausgelegt mehrere tausend Bauteile pro Stunde zu bestücken. Wenn auf einer Baugruppe z.B. im Worstcase nur ein einziges SMD-Bauteil auf der Unterseite bestückt werden muss, müssen die Maschinen auf den deutlich längeren Reflow-Prozess warten und stehen in dieser Zeit still. Wichtig ist jedoch, dass die **schweren Bauteile auf einer Seite** platziert werden. Beim zweiten Durchlauf einer doppelseitig SMD-bestückten Baugruppe durch den Reflow-Ofen, wird selbstverständlich auch die Unterseite, die bereits gelötet worden ist, wieder deutlich erwärmt, sodass sich die Paste teilweise wieder verflüssigen kann. Da die Bauteile nun über Kopf hängen, kann es bei besonders schweren Bauteilen passieren, dass diese durch die Schwerkraft bedingt abfallen.

Ein altbekanntes, aber immer noch auftretendes, Problem ist die Platzierung von Bauteilen zu nah am Rand. Bei der automatisierten Fertigung laufen die Baugruppen auf Transportbändern zwischen und durch die Maschinen. Für die Klemmung auf diesen Transportbändern ist ein Mindestabstand zum Leiterplattenrand bei SMD-Bauteilen von  $\geq 3\text{mm}$  und THT-Bauteilen  $\geq 5\text{mm}$  notwendig.



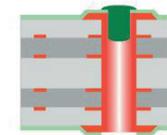
## Leiterplatten

Zu bestmöglicher Maschinenauslastung werden die meisten **Baugruppen im Nutzen** gefertigt. Die Größe des Nutzens wird in Zusammenarbeit mit dem Leiterplattenlieferanten festgelegt. Für die Bearbeitung der Leiterplattenkanten gibt es zwei verschiedene Techniken. Neben den bereits oben genannten Abständen der Bauteile zur Außenkante, ist es ebenfalls wichtig, dass die Leiterbahnen und Kupferflächen einen Mindestabstand aufweisen. Hierbei gilt, dass alle Leiterbahnen und Kupferflächen zu einer Ritzkante einen Abstand von  $\geq 0,5\text{mm}$  und zu einer Fräskante einen Abstand von  $\geq 0,2\text{mm}$  haben sollten.

Bei der Durchkontaktierung zwischen den einzelnen Lagen, sollten keine VIAs innerhalb von SMD-Pads liegen. Ist dies nicht anders zu realisieren, ist es notwendig, diese VIAs zu verschließen. Andernfalls läuft die Lötpaste im Reflowprozess in diese VIAs, sodass auf dem Lötpad eventuell nicht mehr ausreichend Lötpaste vorhanden ist.

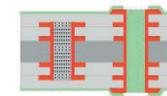
### Welche Möglichkeiten gibt es VIAs zu verschließen?

#### Via-Ausführungen



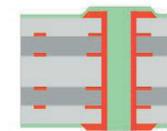
##### Plugged Via

Durch ein spezielles Plugging-Material werden VIAs teilweise verschlossen.



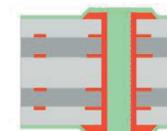
##### Filled Via

VIAs werden mit einem Filling-Material versehen, mit dem Ziel einer vollständigen Füllung.

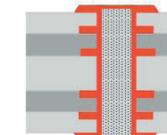


##### Covered Via

Ein Plugged oder Filled Via wird mit Lötstopp abgedeckt (nicht im Lötstopp freigestellt) – IPC-4761, Type VI-a, nur mit HAL bleifrei oder ENIG.

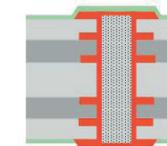


IPC-4761, Type VI-b, nur mit HAL bleifrei oder ENIG.



##### Capped Via

Ein Filled Via wird mit einem Kupferdeckel versehen.



Einseitig mit Lötstopp abgedeckt.



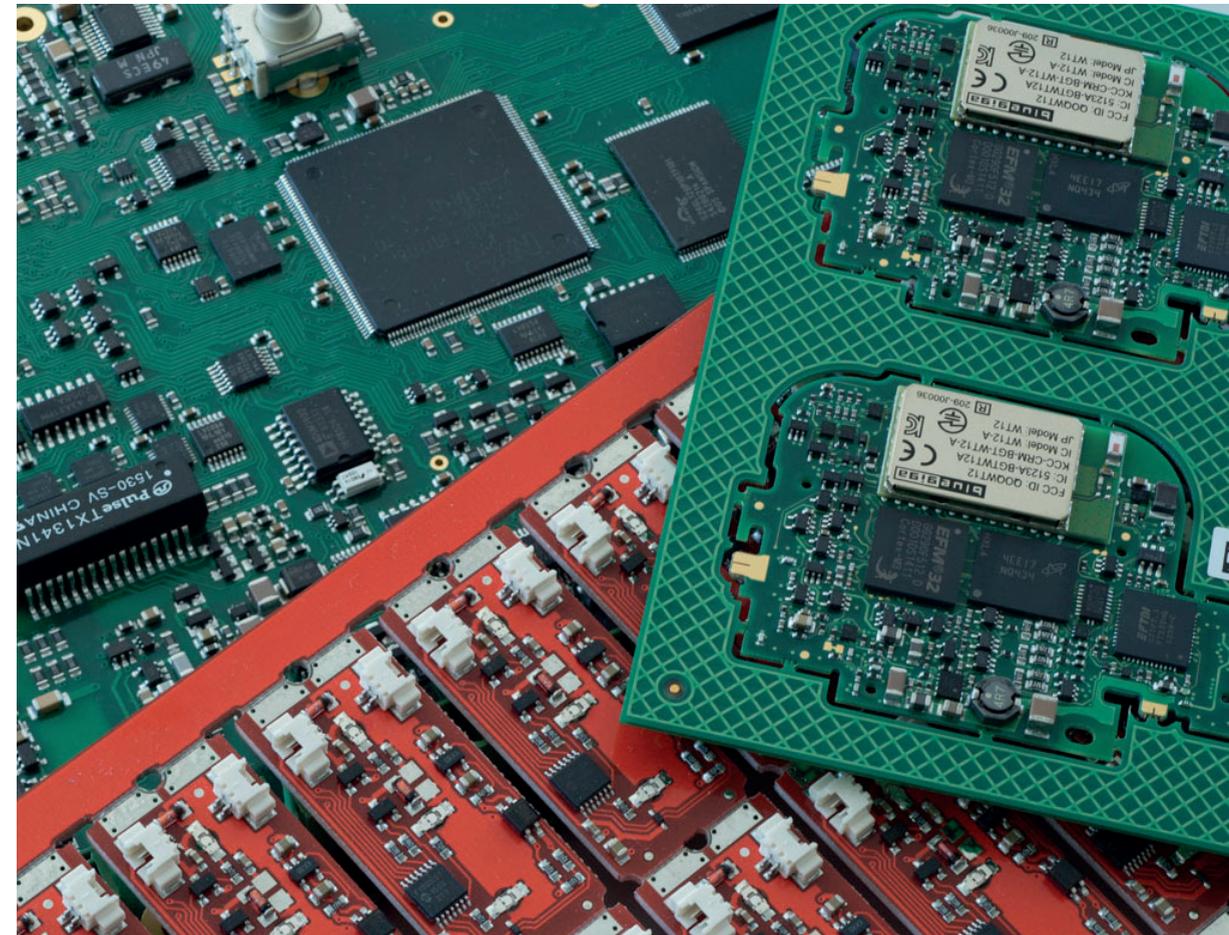
# PRODUKTION

Grundsätzlich sollte man auch die Auswahl der **Leiterplattenoberfläche** in der Entwicklungsphase beachten, da diese zum einen maßgeblich zur Qualität der Baugruppe beiträgt und zum anderen für die Haltbarkeit/Lagerfähigkeit der Rohleiterplatte maßgeblich ist. Für Baugruppen mit Fine-Pitch-Bauteilen und/oder Bauteilen mit Anschlüssen unterhalb des Bauteils empfehlen wir in jedem Fall den Einsatz von einer Goldoberfläche.

## Haltbarkeit verschiedener Oberflächen im Überblick

Oberfläche	Haltbarkeit
Chem. Zinn	6 Monate
Chem. Silber	6 Monate
HAL bleifrei	12 Monate
Chem. Gold ENIG	12 Monate
Galvanisch Hartgold	12 Monate

Wenn die Baugruppen nach der Produktion elektrisch getestet werden sollen, müssen bereits bei dem Leiterplattendesign vom Entwickler entsprechend **notwendige Testpunkte** in den Leiterplattendaten berücksichtigt werden. Anhand dieser Testpunkte können EMS-Dienstleister im Prüfmittelbau einen Nadelbettadapter bauen, mit dem die Testpunkte kontaktiert werden können. Die Erstellung des dazugehörigen Testablaufs muss in Zusammenarbeit mit dem Entwickler erfolgen, da dieser ganz genau bestimmen kann, an welchen Testpunkten welche Spannungen gegeben werden müssen und an welchen Testpunkten daraufhin welche Ergebnisse gemessen werden sollen.



Wie eingangs schon beschrieben: Ein Produktentstehungsprozess besteht aus einer Vielzahl von Elementen, die für sich gesehen schon sehr komplex sind. Auf Seiten des Elektronikfertigers liegt dabei gerade im Bereich der Kosten und der Qualität ein großer Druck. Wenn Schwächen im Design oder in der Entwicklung erst mit Beginn der Produktion auffallen, dann können diese nur schwer wieder korrigiert werden.

Vielmehr sollte es das Ziel sein, schon ab der ersten Prototypserie ein für den industriellen Einsatz optimiertes Produkt vorliegen zu haben. Wenn verschiedene Abteilungen mit unterschiedlichen Arbeitsaufträgen zusammensitzen, können kleine Tipps schon helfen. Man sollte Anforderungen möglichst leicht und verständlich formulieren. Mit einer gemeinsamen Sprache für das Projekt baut man Brücken und beugt Missverständnissen vor.

Aber was einfach klingt, kann in der Umsetzung schwierig sein. Bestehende Arbeitsprozesse aufzubrechen, braucht Geduld und auch Engagement von den eigenen Mitarbeitern. Es müssen Prozesse angepasst werden, aber auch die Software und Infrastruktur müssen aufeinander abgestimmt werden.

Man könnte meinen es ist eigentlich ein alter Hut, aber auch heute werden die Prozesse von Entwicklung, Design und Produktion in der Elektronikfertigung noch häufig als getrennte Phasen betrachtet. Von der Idee bis zum fertigen Produkt werden die Schritte unabhängig voneinander ausgeführt und häufig fehlen konstruktive Feedback-Schleifen. Wenn man aber die Arbeitsschritte nicht getrennt voneinander versteht, sondern als Uhrwerk, das ineinandergreifen muss um zu funktionieren, dann tun sich mit einem Mal viele Vorteile auf. Wir sprechen hier von einer ständigen Prozessoptimierung, die eine bessere Time-to-Market sichert, Kosten reduziert und aus Sicht eines EMS-Dienstleisters für eine reibungslose Produktion sorgt. Ein gutes Produkt ist am Ende des Tages die Summe von geführten Zufällen.

Umso wichtiger ist es einen starken Technologiepartner in die Prozesse einzubinden, der die Fäden aus allen Bereichen in der Hand behält und diese Zufälle in eine produktive Richtung lenkt.

# UNTERNEHMEN

Die Inhalte des Dokuments sind eine Kooperation der Assmy & Böttger Electronic GmbH, der Carneios GmbH und der Hoffmann + Krippner GmbH aus dem Februar 2022.

Carneios	Hoffmann + Krippner	A+B Electronic
<p>Die Carneios GmbH entwickelt Softwareprodukte und bietet Entwicklungsdienstleistungen für hardwarenahe Softwaresysteme und allgemeine Softwareanwendungen. Wir verfügen über Expertise sowohl im Embedded Engineering als auch in der Umsetzung von komplexen Simulationen. Prozessorientiertes Vorgehen (AutomotiveSPICE und CMMI), Testautomatisierung und erprobte Tools unterstützen unsere tägliche Arbeit.</p>	<p>Hoffmann + Krippner ist Ihr Experte für individuelle Bedieneinheiten und flexible gedruckte Elektronik. Wir vernetzen für Sie Sensorapplikationen und Eingabesysteme mit dem Internet und schaffen zukunftsfähige Geräte für Ihre smarte industrielle Anwendung.</p> <p>Als deutsches mittelständiges Familienunternehmen verbindet Hoffmann + Krippner traditionelle Fertigungsprozesse mit innovativen Zukunftstechnologien.</p>	<p>A+B Electronic ist Ihr starker Technologiepartner für die Elektronikindustrie. Seit mehr als 50 Jahren stehen wir Ihnen bei der Entwicklung und Produktion im Bereich Elektronik zur Seite. Ob Leiterplattenbestückung in der Agrartechnik, Automotive oder Medizintechnik: Wir wissen, dass unsere Kunden aus unterschiedlichen Branchen individuelle Wünsche haben. Deswegen entwickeln wir partnerschaftlich und mit Begeisterung genau die passende Lösung für Sie.</p>
<p><b>Carneios GmbH</b> Am Borsigturm 64 13507 Berlin  Tel. +49 30 223 20 35-0 info@carneios.de www.carneios.de</p>	<p><b>Hoffmann + Krippner GmbH</b> Siemensstraße 1 74722 Buchen  Tel. +49 6281-5200-0 info@hk.systems de.hoffmann-krippner.com</p>	<p><b>Assmy &amp; Böttger Electronic GmbH</b> Am Sportplatz 12-14 26197 Huntlosen  Tel. +49 4487 9283-10 info@aundb-electronic.de www.aundb-electronic.de</p>

**Sie haben Fragen rund um ein aktuelles Projekt?  
Wir unterstützen Sie gerne bei allen Themen rund um die Elektronikfertigung.  
Nehmen Sie noch heute Kontakt mit uns auf. Gemeinsam finden wir eine Lösung.**

**So können Sie uns erreichen:**



[www.aundb-  
electronic.de](http://www.aundb-electronic.de)



+49 (0) 4487 9283 10



[info@aundb-  
electronic.de](mailto:info@aundb-electronic.de)