Paradigmenwechsel in der E/E-Architektur führt zu hochriskanten Abhängigkeiten

© H_Ko | stock.adobe.com

AUTOREN

Dr. Wolfgang Bernhart
ist Senior Partner Automotive bei
Roland Berger in Stuttgart.

Thomas Kirschstein
ist Principal Electronics bei
Roland Berger in Berlin.

Die kontinuierliche und sichere Verfügbarkeit von Halbleitern ist essenziell für die Produktion heutiger und zukünftiger Fahrzeuge. Handels-
spannungen können hier rasch zu Engpässen führen, die nicht nur
betriebs-, sondern auch volkswirtschaftlich erhebliche Auswirkungen
haben können. Roland Berger erläutert, wo die Gefahren liegen und
was nötig wäre, um für den Ernstfall vorbereitet zu sein.

Die Digitalisierung ist die Basis der Automobilindustrie der Zukunft. Es gibt jedoch eine signifikante Bedrohung, die weitgehend übersehen wird: die Sicherheit der Versorgung mit Computenchips im Fahrzeug. Nur zwei Unternehmen in der Welt sind in der Lage, hochmoderne integrierte Schaltkreise herzustellen, und alle ihre Produktionsstätten befinden sich in Regionen mit hohem politischem und/oder seismischem Risiko. Zusätzlich bestehen

Bestellvorlaufzeiten von sechs Monaten und eine Abhängigkeit von wenigen Chip-Design-Unternehmen. Die Volumina des Automobilsektors sind im Vergleich zur Konsumelektronik um Faktor 40 niedriger.

DAS FAHRZEUG ALS RECHENZENTRUM

Kunden erwarten eine nahtlose Integration von Funktionen über ihre Geräte,

www.springerprofessional.de/automobiltechnik

Dienste und Clouds hinweg. Dadurch wird das Auto zu einem softwaredefinierten, mit der Cloud verbundenen Rechenzentrum auf Rädern [1, 2]. Daher steigt die Komplexität in heutigen verteilten E/E-Architekturen übermäßig an, und erste OEMs setzen auf Domain-Controller. Dieser Trend wird in den nächsten Jahren rapide zunehmen und ab 2025 zum Mainstream werden. Diese Domain-Controller werden OEM-spezifisch entwickelt. Daher verbleibt ein großer Wertanteil bei den Tier-1. Erste OEMs entwickeln jedoch bereits ihre eigenen Designs und setzen EMS als Build-to-Print-Anbieter ein. Darüber hinaus beginnen EMS unabhängig voneinander, Plattformen für Elektrofahrzeuge anzubieten, zum Beispiel Foxconn MIH. Zudem entwickeln mehrere Halbleiterunternehmen Systems-on-a-Chip (SoCs), welche die kundenspezifischen Domain-Controller der Tier-1 herausfordern.

Im nächsten Schritt werden die Domänen im Fahrzeuginnenraum in zwei Hauptpartitionen verschmelzen: eine missionskritische und eine nicht-missionskritische. Während die erstere ADAS, hochautomatisiertes Fahren und Fahrerüberwachung umfasst, beinhaltet letztere Infotainment, Cockpit, Komfort und andere Domänen. Der missionskritische Bereich wird von einem zentralen Fahrzeugrechner mit ausreichender Redundanz gesteuert. Sensoren sind über Hochgeschwindigkeitsnetzwerke und Netzwerk-Hubs angebunden. Der nicht-missionskritische Bereich besteht mittelfristig aus vier bis zehn zonalen Compu-

tern, die geografisch im Fahrzeug verteilt sind, um den Verkabelungsaufwand zu minimieren. Hohe Volumina werden gegen Ende des Jahrzehnts erwartet, wobei SoCs zu erheblichen Kostensenkungen für die zentralen und dezentralen Recheneinheiten führen, **BILD 1**.

KONSOLIDIERUNG UND KOMMODIFIZIERUNG DER RECHENHARDWARE

Zonale Architekturen führen zu einer Standardisierung der Computerhardware im Fahrzeug. Basis hierfür sind SoCs, die von Halbleiterunternehmen entwickelt werden, die signifikante Größenvorteile im Konsumelektronik- und Cloudgeschäft nutzen. Die Herstellung dieser SoCs ist ein Skalenspiel, in dem ein Unternehmen, das einen Volumenvorteil von Faktor 10 hat, typischerweise einen Kostenvorteil von 40 % besitzt. Darüber hinaus vergeben Foundries Produktionsvolumen neuer Technologieknoten zunächst an große Kunden, während kleinere Nutzer oftmals warten müssen.

Missionskritische Anwendungen werden auf dedizierten Rechnern ausgeführt. Es ist noch nicht entschieden, ob sich vollintegrierte Software-Hardware-Stacks (wie sie zum Beispiel von Nvidia angeboten werden) gegenüber einer vollständig hardware-abstrahierten Lösung durchsetzen werden. In jedem Fall werden zonale SoCs eine weitgehende Commodity werden, die auf CPU-, GPU- und DPU-Architekturen basieren, die ursprünglich für Verbraucher- und Re-

chenzentrumsanwendungen entwickelt wurden. Bereits heute verwenden Unternehmen wie Nvidia denselben SoC für Konsumelektronik- und Automobilanwendungen, zum Beispiel den Tegra X1, der in der Nintendo Switch und in ausgewählten Fahrzeugen bei Daimler im Infotainment eingesetzt wird.

NEUE WETTBEWERBSDYNAMIKEN

Während sich diese Trends entfalten, droht ein bedeutender Anteil der Wertschöpfung der traditionellen Tier-1-Zulieferer von Halbleiterfirmen, Technologieunternehmen, OEMs und reinen Softwarefirmen übernommen zu werden. Ohne eigene SoCs in modernen Technologieknoten wird das Tier-1-Computerhardwaregeschäft in eine Nische gedrängt werden. **BILD 2** zeigt, dass die Entwicklung eines SoCs jedoch mindestens 500 Millionen US-Dollar (in 5 nm) kostet. Laut eigenen Angaben hat Nvidia 8000 Ingenieurs-Mannjahre und damit mehr als 1 Milliarde US-Dollar für seinen Xavier-Automotive-SoC aufgewendet.

Traditionell versuchen OEMs, Abhängigkeiten zu vermeiden. Auf absehbare Zeit werden TSMC und Samsung die einzigen Foundries sein, die in der Lage sind, Halbleiter in modernen Technologieknoten zu produzieren, **BILD 3**. Alle ihre derzeitigen modernen Fertigungsanlagen befinden sich in Regionen mit hohem Risiko. Taiwan ist ein seismisch hochaktives Gebiet mit einem signifikanten Erdbeben alle fünf Jahre. Im Jahr

BILD 1 Von verteilten zu zonalen Architekturen (© Roland Berger)

Gesamte Entwicklungskosten (Schätzung) eines SoC in Abhängigkeit des Technologieknotens

BILD 2 Geschätzte Entwicklungskosten eines SoC in Mio. US-\$ in Abhängigkeit des Technologieknotens (© Roland Berger)

1999 führte ein Erdbeben der Stärke 7,6 auf der Richterskala zu einem Ausfall von 20 % der monatlichen Produktion von TSMC. Im letzten Jahrhundert wurden in Taiwan drei Erdbeben mit noch höheren Magnituden registriert. Hinzu kommt das politische Risiko: Taiwan wird von der Volksrepublik China als Territorium betrachtet und hat sich nur dank der kontinuierlichen Unterstützung durch die USA seine bisherige Sonderrolle erhalten können.

GETRENNTE ÖKOSYSTEME IN CHINA UND IM WESTEN

HiSilicon, ein Tochterunternehmen von Huawei, hat es geschafft, zu einem der Top-5-Fabless-Halbleiterunternehmen der Welt zu werden. Die BAT-Unternehmen (Baidu, Alibaba, Tencent) entwickeln innovative Halbleiter für Cloud- und Edge-Anwendungen. Gleichzeitig fordert China weiterhin den Einsatz lokaler Technologie im Automobilbereich, um die lokale Industrie zu unterstützen. OEMs müssen daher separate Softwarestacks und Hardwareelemente für den chinesischen Markt nutzen. Die Halbleiterfertigung ist jedoch die Achillesferse der chinesischen Elektronikindustrie. Kein internationales Unternehmen verfügt über eine hochmoderne Foundry auf dem chinesischen Festland. Ebenfalls gibt es derzeit kein chinesisches Unternehmen mit nennenswerten

Fähigkeiten im Bereich der Halbleiter equipments, zum Beispiel für die Lithografie. Daher sind alle chinesischen Foundries auf den Import von Fertigungsequipment angewiesen.

SMIC, die führende Foundry auf dem chinesischen Festland, liegt derzeit mindestens fünf Jahre hinter dem Markt- und Technologieführer TSMC zurück, der kürzlich einen 5-nm-Produktionsprozess eingeführt hat. SMIC ist immer noch dabei, seinen 14-nm-Prozess hochzufahren, der als weniger effizient angesehen wird als ähnliche Prozesse bei TSMC und Samsung. Der Handelskrieg der USA mit China führt zu zusätzlichen Problemen. So konnte das niederländische Unternehmen ASML eine EUV-Lithografie-

maschine nicht nach China exportieren. Mehrere Marktteilnehmer haben nun Roland Berger um eine Einschätzung hinsichtlich der weiteren Entwicklung gebeten.

DREI MÖGLICHE SZENARIEN

1. Partielle Trennung – weniger wahrscheinlich

In diesem günstigsten Szenario kommt es trotzdem zur Entwicklung separater Automobiltechnologie-Stacks zwischen China und der westlichen Welt. Dies führt zur Etablierung von chinesischen und westlichen Technologieführern, zum Beispiel Alibaba und Google. China wird die Entwicklung einer lokalen Halbleiterindustrie erheblich vorantreiben,

BILD 3 Marktanteil von Foundries, Q2 2020 (© Roland Berger | Trendforce)

Nur Samsung und Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) sind in der Lage, integrierte Schaltkreise in hochmodernen Technologieknoten herzustellen

um innerhalb von zehn Jahren von nicht-chinesischer Technologie unabhängig zu werden. Trotzdem würden in diesem Szenario die USA und China eine gemeinsame Basis in Bezug auf Technologietransfer, IP-Rechte und entsprechende Sanktionen finden. Obwohl es notwendig sein wird, lokale chinesische Hardware für Automobilanwendungen zu verwenden, würden die derzeitigen globalen Elektronik-Lieferketten in hohem Maße weiterbestehen.

2. Vollständiger Handelskrieg – wahrscheinlich auch bei einem Wechsel der US-Regierung

In diesem Szenario dehnen sich die derzeitigen Sanktionen auf weitere Unternehmen und Branchen aus, wie zum Beispiel chinesische Speicherhersteller und BAT-Unternehmen. Zusätzlich werden die Zölle für Elektronikprodukte erhöht. Die Auswirkungen auf die Automobilunternehmen werden weitreichend sein. Störungen in der Halbleiter-Lieferkette werden zu erheblichen Preisspitzen und Engpässen führen. Aufgrund der langen Vorlaufzeiten der Halbleiterfertigung von drei bis sechs Monaten sind kurzfristige Gegenmaßnahmen nach Eintritt dieses Szenarios kaum noch durchführbar.

3. Regionaler Konflikt – Worst-Case-Szenario

In einem solchen Szenario entsteht ein regionaler Konflikt um Taiwan, zum Beispiel eine erzwungene Wiedervereinigung oder eine Blockade. In den letzten Jahren haben Spannungen und militärische Manöver zugenommen, während chinesische Beamte begonnen haben, von „Wiedervereinigung“ statt „friedlicher Wiedervereinigung“ zu sprechen.

Dieses Szenario hätte kurzfristig verheerende Auswirkungen auf das globale Elektronik- und Halbleiterangebot. Schlüsselprodukte könnten monatelang nicht verfügbar sein, wodurch die globale Industrieproduktion zurückginge und die Welt in eine tiefe Rezession fiel. China hätte Zugang zu einer wettbewerbsfähigen Halbleiterfertigung, jedoch ohne eine eigene Equipmentindustrie wird diese schwer aufrechtzuerhalten sein.

COVID-19 ALS BESCHLEUNIGER

Unterhaltungselektronikunternehmen sind von den wirtschaftlichen Turbulenzen weniger betroffen und stärken ihre Position als Innovationstreiber auch im Automobilbereich. Auf der anderen Seite reduzieren die Automobilhersteller (wie auch die Zulieferer) ihre F&E-Budgets und konzentrieren ihre Aktivitäten auf kundendifferenzierende Funktionen und nicht auf allgemeine Technologieentwicklung. Daher wenden sich OEMs zunehmend an Halbleiter- und Technologieunternehmen für zukünftige Hard- und Softwareplattformen.

Die wirtschaftlichen Auswirkungen von Covid-19 führen auch zu einer weiteren Konsolidierung der Halbleiterindustrie. Gewinner sind große Technologieführer, die ihre Bewertung bei niedrigen Zinsen erhöhen. Dies ermöglicht eine neue Welle von aktienfinanzierten Übernahmen, zum Beispiel die geplante Übernahme von ARM durch Nvidia und Xilinx durch AMD. Verlierer sind Unternehmen mit einem traditionellen Geschäftsmodell und sinkenden Einnahmen aufgrund geringerer Kundenausgaben.

EUROPA BRAUCHT EINE LOKALE WETTBEWERBSFÄHIGE FOUNDRY

Im Bereich Software hat die Europäische Kommission verschiedene Programme zur Finanzierung digitaler Technologien in Europa initiiert [3]. Mit dem Brexit hat die EU jedoch die meisten ihrer führenden Unternehmen (zum Beispiel ARM) und Arbeitsplätze im Bereich des fortgeschrittenen Halbleiterdesigns verloren. Was die Hardware betrifft, verfügte Europa vor zehn Jahren über wettbewerbsfähige Halbleiterfertigungsanlagen in modernen Technologieknoten. Heute gibt es in Europa keine Foundry, die in der Lage ist, Logikchips in modernen Technologieknoten herzustellen: Alle Foundries verwenden 20-nm+-Technologien und kein Unternehmen hat angekündigt, dies zu ändern. **BILD 4** zeigt, dass für moderne Technologieknoten der Zugang zum Verbrauchergeschäft von entscheidender Bedeutung ist.

Um die europäische Industrie vor den wahrscheinlich zunehmenden globalen Handelsspannungen zu schützen, braucht die europäische (Automobil-) Industrie eine wettbewerbsfähige Foundry. OEMs, Tier-1, Semcos- und Equipmenthersteller müssen mit der EU und Großbritannien zusammenarbeiten, um dies zu ermöglichen. Hierfür ist eine Kooperation mit Samsung und/oder TSMC essenziell. Die notwendigen Investitionen liegen jenseits von zehn Milliarden Euro. Die europäische Automobilindustrie muss jetzt handeln, um ihre Zukunft zu sichern. Bis dahin sind Automobilunternehmen gut beraten, zumindest einen Lagerbestand an Halbleitern von sechs Monaten an einem sicheren Ort vorzuhalten. Zusätzlich ist eine strikte Transparenz über die Herkunft und Lagerung der Halbleiter erforderlich, damit Unternehmen im Fall von Marktstörungen schnell reagieren können.

BILD 4 Umsatzverteilung TSMC, Q3 2020, nach Branchen (© Roland Berger auf Basis TSMC)

Beispiel Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC): Smartphone-/HPC-Geschäft ist 40-mal größer als Automotive

LITERATURHINWEISE

- [1] Roland Berger GmbH (Hg.): Computer on wheels / Disruption in automotive electronics and semiconductors. München, 2020
- [2] Roland Berger GmbH (Hg.): Computer on wheels / Software-enabled vehicles require software-enabled OEMs. München, 2020
- [3] European Commission (Hg.): White Paper on Artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust. Brüssel, 2020

READ THE ENGLISH E-MAGAZINE

Test now for 30 days free of charge:
www.ATZelectronics-worldwide.com