

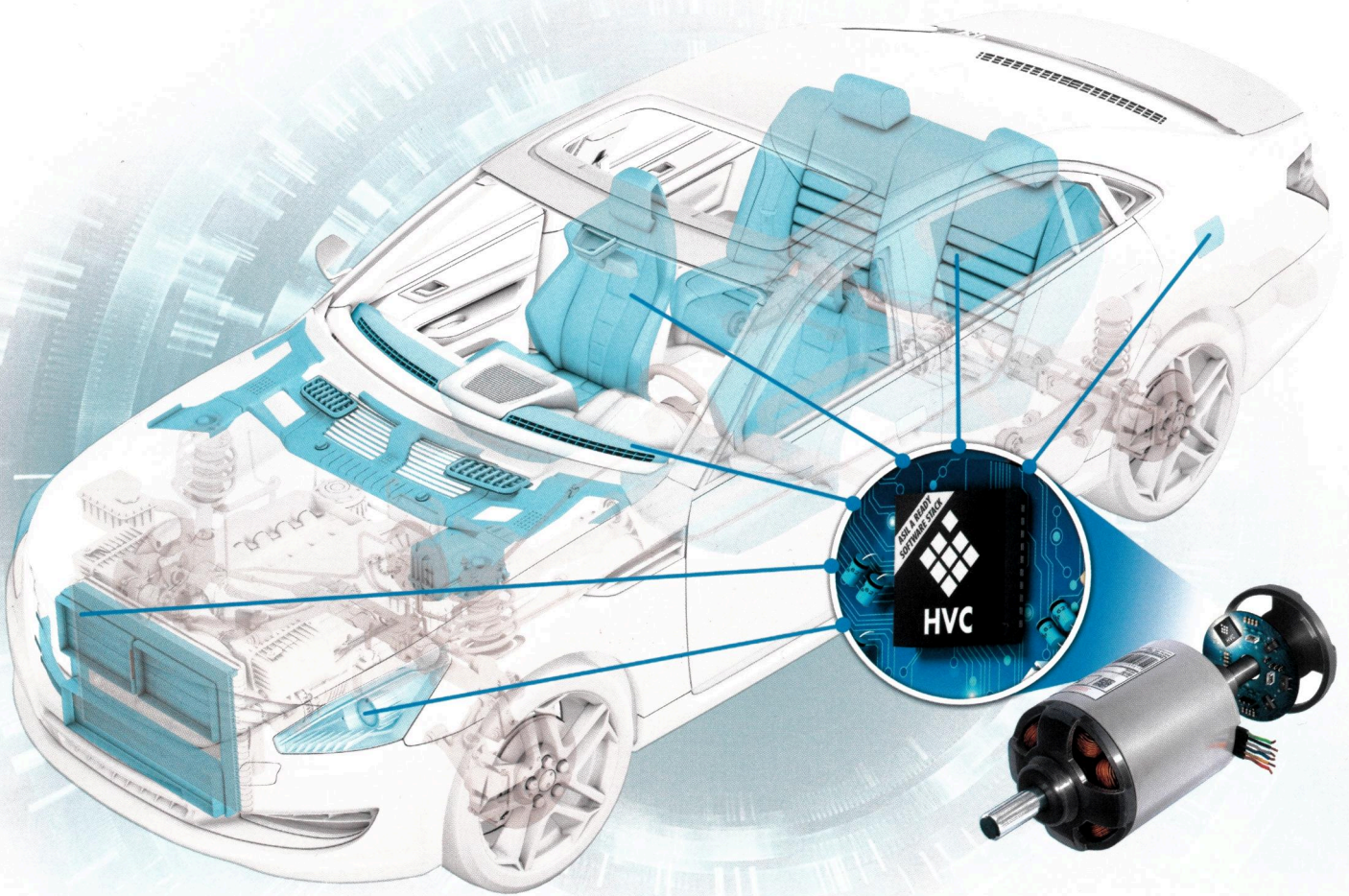
Elektronik *automotive*

Fachmedium für professionelle Automobilelektronik



Creating safety.
With passion.

NewTec



Smarte Aktuatoren im Automobil:

Intelligent und sicher

>> Seite 38



CES-Rückblick:
Die Highlights aus
Las Vegas

>> ab Seite 12



Anforderungen
an Halbleiter im
Elektrofahrzeug

>> Seite 42



Special: Tools
und modellbasierte
Entwicklung

>> ab Seite 56

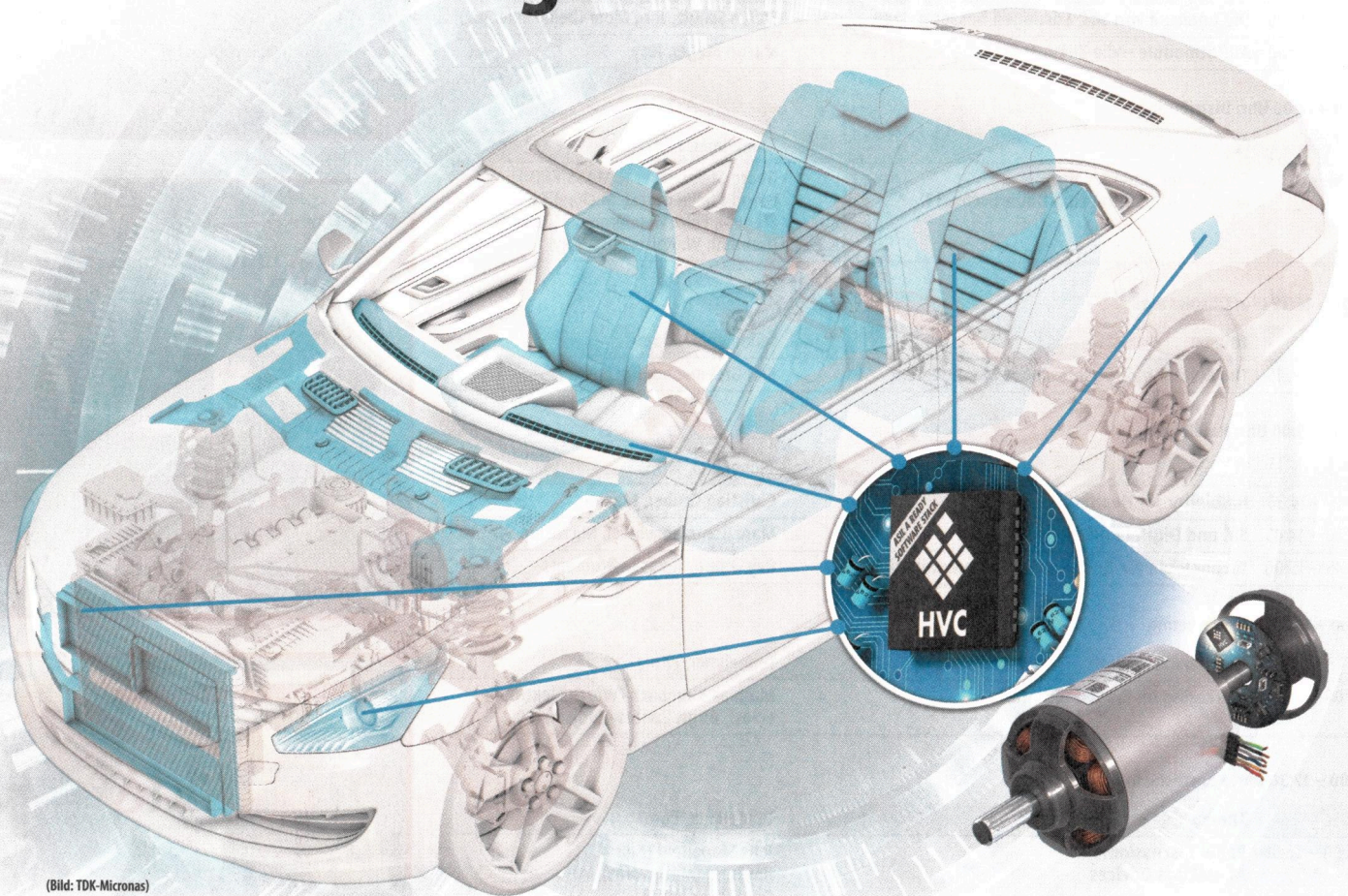


Über
7,6 Millionen
Produkte Online

DIGIKEY.DE

Smarte Aktoren im Automobil:

Intelligent und sicher



(Bild: TDK-Micronas)

Kleine Motorantriebe im Automobilbereich erfahren momentan einen Wandel von simplen Anwendungen hin zu smarten Aktoren. Der Artikel thematisiert die wichtigsten Anforderungen kleiner, smarter Aktoren an die Steuerelektronik und beschreibt anhand einer flexiblen Ready-to-Copy-Plattform aus Hard- und Software deren Realisierung – mit Fokus auf technische Anforderungen, funktionale Sicherheit und Kosten.

Von Rüdiger Laschewski-Grossbaier und Thomas Mack

Die Welt wird heutzutage vom Trend zu Digitalisierung, Vernetzung und Kommunikation bestimmt. Schlagworte wie Industrie 4.0 beschreiben diese Entwicklung. Auch im Automobilbau ist dieser Trend angekommen und hat eine rapide ansteigende Anzahl elektronischer Komponenten zur Folge: Die Anzahl an Mikrocontrollern und ergänzenden Halbleitern im Automobil ist mittlerweile auf über einhundert angestiegen und die Menge

an Software hat längst die Gigabyte-Grenze überschritten.

Smarte Aktoren erfordern hochintegrierte Controller

Die Anforderungen an das Automobil verändern sich grundlegend. Getrieben vor allem durch die junge Generation, treten Begriffe wie User Experience in den Vordergrund. Jederzeit vernetzt und multimedial eingebunden zu sein

– nicht nur im häuslichen Umfeld, sondern auch im Fahrzeug – wird als essenziell angesehen und beeinflusst inzwischen auch die ältere Generation.

Auch der Automatisierungsgrad im Auto wächst ständig – von Fahrerassistenzsystemen bis zu immer mehr dezentral gesteuerten Funktionen in den verschiedenen Fahrzeugbereichen, von Fensterheber- und Lichtsteuerung bis hin zu Pumpen oder intelligenten Ventilen. Gefordert sind „smarte Aktoren“: Elektromotoren mit intelligenter Steuerelektronik, die gerade im Automobil häufig auch hohe Anforderungen an die funktionale Sicherheit erfüllen müssen (Bild 1). Denn in Automotive-Anwendungen können Fehlfunktionen schnell Gesundheit von Insassen oder anderen Verkehrsteilnehmern gefährden.

Andererseits ist der Wunsch nach einem vernünftigen und schonenden Umgang mit Ressourcen ein wichtiger Aspekt des alltäglichen Lebens, der auch die

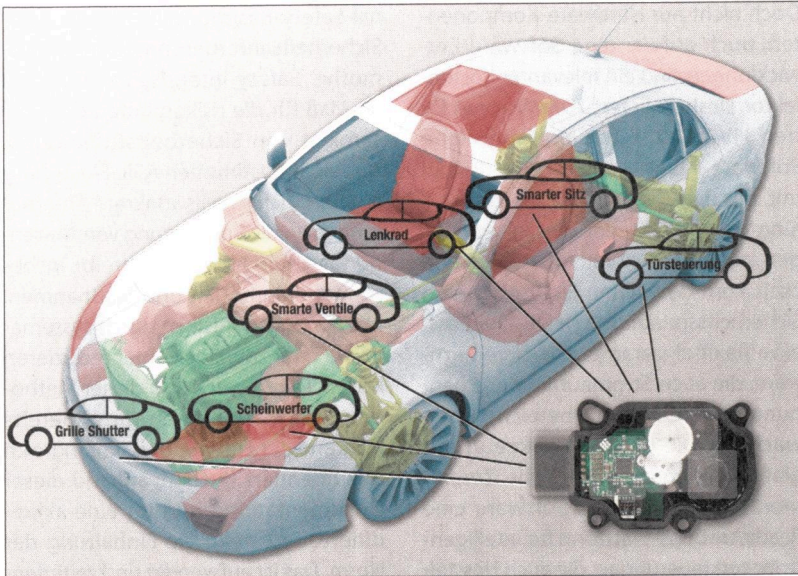


Bild 1. Mögliche Automobilanwendungen für Aktoren mit HVC und Firmware. (Bild: TDK-Micronas)

Nutzungsweise des eigenen Autos bestimmt. Wie sich die alltägliche mobile Verhaltensweise der Menschen ändert, ist aber nicht nur eine Frage des ökologischen Gewissens oder von Gesetzesvorgaben zur CO₂-Reduktion, sondern hängt auch von der Verfügbarkeit smarter, flexibler und diagnosefähiger Halbleiterlösungen ab.

Ein relevanter Faktor ist dabei die fortschreitende Standardisierung der Automobilelektronik etwa bei Vernetzung oder EMV, aber auch bei Anwendungen für Embedded Motor Control. Hier verbindet sich die Standardisierung im Bereich der Bordnetze mit dem Übergang von sogenannten bürstenbehafteten Gleichstrommotoren (Brush-type DC, BDC) hin zu bürstenlosen Gleichstrommotoren (Brushless DC, BLDC). BLDC-Motoren bieten dank hochkomplexer Steuerungs-Software sowohl einen wesentlich besseren Wirkungsgrad

als auch eine längere Lebensdauer im Vergleich zu herkömmlichen BDC-Motoren. Schon das erfordert aber unbedingt mehr Flexibilität und höhere Performance der Elektronik. In einem nächsten Schritt werden diese Motoren zudem mit erweiterter Intelligenz versehen. So können sie auf Applikationsebene schneller und effizienter auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren. Darüber hinaus lässt sich dadurch auch vorausschauend das „Gesamtkonzept Fahrzeug“ effektiver betreiben, was Kosten spart und Ressourcen schont.

Das alles zusammengenommen ist eine Grundvoraussetzung dafür, das Automobil zusammen mit Vernetzung und Diagnose als geschlossene Einheit behandeln zu können, die in einem weiteren Schritt ihren momentanen Zustand sogar mit der Außenwelt abgleichen kann. Notwendig für die Umsetzung dieser neuen Anforderungen ist die

Verkleinerung der Halbleitertechnologie-Knoten, kombiniert mit der Integration von analogen und digitalen sowie Speicher- und Leistungskomponenten auf einem einzigen Baustein. Das Ziel: mehr Funktionen und weniger Verlustleistung auf immer kleinerem Raum zu ermöglichen. Verbindet man diesen Funktionsfortschritt mit der Performance und Flexibilität einer hochwertigen Standard-CPU, ist die Realisierung eines smarten Aktors ein Leichtes. Als Nebeneffekt ermöglicht die optimierte Integration eine bessere Konzentration auf Funktion, Vernetzung, Motoreffizienz und CO₂-Reduktion. Dabei ergibt sich auch die Optimierung der gesamten Systemkosten pro Applikation von selbst. Last but not least: Durch die gesteigerte Flexibilität und einfache Wiederverwendbarkeit von Hardware und Software kann auch die Entwicklung von Derivaten der ursprünglichen Implementierung mit deutlich geringerem Zeit- und Kostenaufwand erfolgen. Soweit die Theorie. Wie kann nun die praktische Realisierung solch smarter Aktoren aussehen? Hier sind sowohl technische Aspekte, wie Leistung, Verbrauch, Hard- und Software-Entwicklung als auch kommerzielle Aspekte, beispielsweise Kosten, Produktion, Nachhaltigkeit zu beachten.

Aus der Praxis: Smart-Actuator-Plattform für Automotive

Die Entwicklung smarter Aktoren stellt Zulieferer, die entsprechende Anforderungen ihrer Kunden erfüllen müssen oder ihre Produkte mit intelligenten Funktionen aufwerten wollen, vor erhebliche Herausforderungen. Viele Unternehmen haben noch nicht die

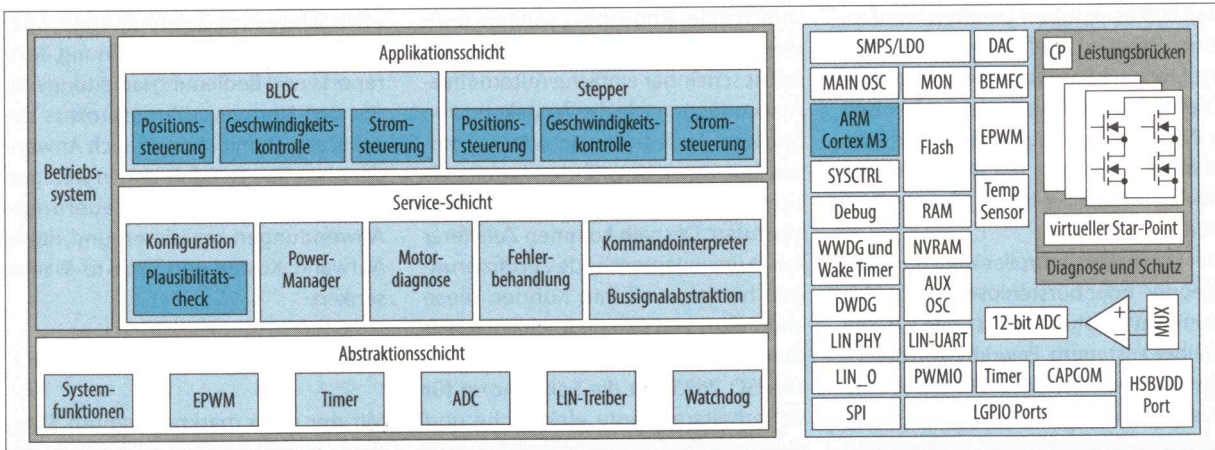


Bild 2. NTMicroDrive und HVC 4223F Systemübersicht. (Quelle: TDK-Micronas)

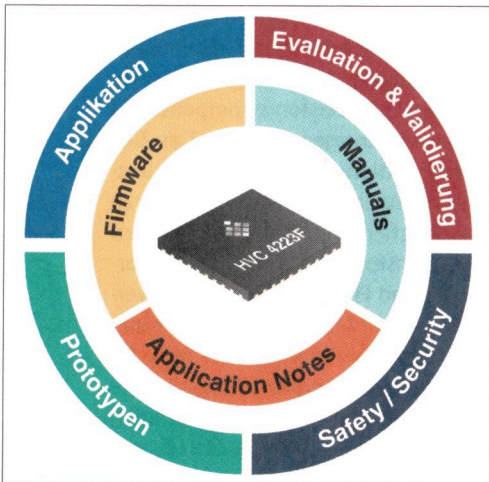


Bild 3. Der HVC 4223F wird durch NTMicroDrive und Erweiterungen zur einfach und flexibel einsetzbaren Plattform zum Prototyping und zur Produktvalidierung. (Bild: TDK-Micronas)

dafür erforderlichen Elektronik-Kompetenzen und Ressourcen aufgebaut, um Hard- und Software für die Ansteuerung des Antriebs, den Anschluss an Fahrzeugelektronik oder das Bus-System zu entwickeln. Hinzu kommt, dass häufig auch Anforderungen an die funktionale Sicherheit berücksichtigt werden müssen, was besonderes Know-how erfordert.

Für die Hardware sind inzwischen hochintegrierte Controller-Bausteine verfügbar, wie sie für smarte Aktoren notwendig sind. Aktuelle Embedded-Controller für Elektromotoren wie die neue High-Voltage-Controller-Familie (HVC) von TDK-Micronas kombinieren einen Standard-ARM-Mikrocontroller-Core mit zahlreichen Zusatzfunktionen, für die bisher diskrete Schaltelemente notwendig waren. So bringt der neue hochintegrierte Embedded-Controller für Elektromotoren HVC 4223F Flex-Servo-Drive bereits fast alle Schaltungskomponenten mit, die zum flexiblen Antrieb von Elektromotoren benötigt werden, zum Beispiel Mehrkanal-ADC, SPI, programmierbare Verstärker, integrierte Diagnose- und Netzwerkfunktionen (LIN) sowie Spannungsregler, um das Bauelement direkt mit dem Automotive-Bordnetz (5,4 bis 18 V) zu verbinden.

Der kompakte Controller kann Bürsten-, Stepper- oder bürstenlose Motoren bis zehn Watt Leistung direkt ohne externe Treiber ansteuern. Er wurde konzipiert, um kompakte und kosteneffiziente Systemkonzepte für den Einsatz in Automotive-Anwendungen und anderen Branchen zu ermöglichen.

Doch nicht nur Hardware-Komponenten, auch aufwendige Software-Entwicklungen sind ein relevanter Kostenfaktor. Deshalb liefert TDK-Micronas für den HVC 4223F das umfangreiche Software-Paket NTMicroDrive (Bild 2) mit, das den Aufwand für die Entwicklung von Motorsteuerungsanwendungen minimiert. NTMicroDrive, entwickelt vom deutschen Elektronik- und Sicherheitsspezialisten NewTec, umfasst eine flexibel parametrisierbare Firmware, die auch Stromaufnahme, Spannung und Temperaturbereiche überwacht, sowie ein Testwerkzeug mit grafischer Benutzeroberfläche. Zusammen bieten Chip und Software eine Ready-to-Copy-Plattform für intelligente Motorsteuerungen, die auch Herstellern mit limitierten Entwicklungsressourcen einen einfachen Zugang zu den vielfältigen Möglichkeiten des Chips verschafft.

Die LIN-Schnittstelle von NTMicroDrive ist so aufgebaut, dass der Anwender Einfluss auf die LIN-Kommunikation nehmen und eigene LIN-Kommandos nutzen kann. Damit kann die Firmware bei Bedarf flexibel durch neue Funktionen erweitert werden. Zudem lässt sich die Firmware ohne Programmierkenntnisse an verschiedene Motortypen anpassen. So können mit einer Plattform unterschiedliche Anwendungen realisiert werden. Hersteller profitieren von Synergien, mehr Effizienz und weniger Aufwand bei Beschaffung, Eingangskontrolle, Lagerhaltung, Qualitätssicherung und Obsoleszenz-Management.

Funktional sichere Anwendungen

Funktional sichere Entwicklungen stellen für viele Hersteller eine besondere Hürde dar. Sie erfordern nicht nur entsprechendes Know-how, sondern auch viel Aufwand. Allerdings lassen sich selbst scheinbar einfache Automotive-Anwendungen wie die Verstellung von Spoilern, Außenspiegeln oder Scheinwerfern unter Umständen bereits als sicherheitsrelevant gemäß ISO 26262 einstufen. Deshalb kommen Zulieferer kaum um entsprechende Zertifizierungen herum, weil ihre Kunden diese einfordern und sich dadurch auch Haftungsrisiken reduzieren lassen.

Die ISO 26262 ist die Sektornorm für sicherheitsrelevante elektrische und elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen. Sie definiert – analog zur Functio-

nal-Safety-Basisnorm IEC 61508 – vier Sicherheitsanforderungsstufen (Automotive Safety Integrity Levels, ASIL) als Maß für die risikomindernde Wirksamkeit von Sicherheitsfunktionen. Aus einer bestimmten ASIL-Einstufung ergeben sich jeweils konkrete Anforderungen an die Entwicklung von Anwendungen. Die Norm beschreibt insbesondere Methoden und Maßnahmen, mit denen sich Risiken durch systematische oder zufällige Fehler reduzieren lassen. Die Anwendung dieser Methoden und Maßnahmen muss bereits während der Entwicklung umfangreich dokumentiert werden; anhand dieser Dokumentation bestätigt eine akkreditierte Prüfstelle die Einhaltung der Norm. Das ist aufwendig und zeitintensiv: Für die Entwicklung einer Motoransteuerung in einer ASIL-A-Anwendung gehen einschließlich Prüfung und Integration nicht selten sechs und mehr Monate ins Land.

Deshalb hat TDK-Micronas das Komplettpaket von Controller-Chip HVC 4223F und Firmware NTMicroDrive gezielt mit Blick auf die einfache und schnelle Umsetzung funktional sicherer Antriebssteuerungen konzipiert. Das Software-Paket NTMicroDrive wurde nach den Vorgaben der ISO 26262 für ASIL A sowie von Automotive SPICE Level 1 entwickelt. Der Controller HVC 4223F ist ein Baustein mit umfangreichen Diagnose- und Schutzfunktionen. SPFM, LFM und Base Failure Rates sind in entsprechenden Produktdokumentationen/Application Notes des Chips verfügbar. Auf dieser Basis ist er als QM-Baustein positioniert, um auch Applikationen im Bereich der funktionalen Sicherheit realisieren zu können. Bei Bedarf liefert der Firmware-Entwickler NewTec benötigte Dokumente wie etwa Safety-Plan, Safety-Konzept, Spezifikationen, Verifikationsplanung, Testreports und Bedienungsanleitung mit, um den Normenprüfungsprozess abzukürzen. Damit können auch Anwender ohne Safety-Erfahrung in wenigen Wochen sichere Motorsteuerungs-Anwendungen realisieren und dabei Aufwand, Kosten und Time-to-Market senken.

Kosten

Mit der nach marktrelevanten Standards programmierten Firmware des HVC 4223F, die bereits zahlreiche

Standardaufgaben abdeckt, erhalten industrielle Kunden eine professionelle und zertifizierte Lösung für den weltweiten Einsatz. Ab dem ersten Einsatz werden Entwicklungskosten gespart – sowohl bei vollständig neu entwickelten Anwendungen als auch bei der Anpassung vorhandener Lösungen an geänderte Anforderungen. Auch die gesamten Materialkosten eines Aktors (Bill-of-Material, BoM) reduzieren sich – ein zentraler wirtschaftlicher Faktor, insbesondere bei hohen Stückzahlen und multipler Verwendung einer Applikation. Im Vorfeld der Entwicklung und Umsetzung einer Anwendung erfolgt die Evaluation der Mechanik, Elektronik, Software und Produktionseigenschaften der verwendeten Elemente. Je nach gewähltem Antrieb und dessen Wiederverwendbarkeit sowie Skalierbarkeit sollte ein besonderer Schwerpunkt auf die Flexibilität und Performance der Elektronik gelegt werden. Eine vollständig integrierte Lösung wie der HVC-Controller von TDK-Micronas bietet den Vorteil, durch weniger Bauteile die Mehrkosten der Integration aufzuwiegen (Mikrocontroller, Kommunikationsschnittstelle, Spannungsversorgung, Brückentreiber und Power-MOSFET). Bei jeder Implementierung werden zusätzlich auch externe diskrete Bauteile benötigt – eine Optimierung schlägt sich in einer Einsparung von Materialkosten nieder. Auch beim Energieverbrauch spielt die integrierte Lösung ihre Stärken aus. Bei einem diskreten Aufbau können die verwendeten Elemente nicht in gleicher Weise aufeinander optimiert werden. Die integrierte Spannungsversorgung arbeitet dagegen in den definierten Arbeitsbereichen stets optimal und verhilft so zusammen mit einem verkleinerten PCB-Design zu einer energiesparenden Applikation und somit zu einer kostenoptimierten Lösung. Das vereinfachte PCB-Design ist zudem weniger stör anfällig. So kann auch die Lebensdauer der smarten Aktoren als Gesamtsystem verlängert werden. Der Einsatz eines Standard-Mikrocontrollers ermöglicht neben technischen Vorteilen ebenfalls eine Reduktion der Kosten. Wiederkehrende Aufgaben können von bereits verwirklichten Applikationen übernommen werden. Beispiele sind die Initialisierungsroutinen des Bausteins, grundsätzliche

Motorsteuerungsalgorithmen (6-Schritt-Kommutierung) oder die Kommunikation über SPI oder LIN. Auch die eingebauten Diagnosefähigkeiten tragen signifikant zur Kostenreduktion der gesamten Applikation bei. Die genaue Abbildung des Systemzustands ermöglicht eine straffere Auslegung der notwendigen diskreten Bausteine. Zudem wird dadurch die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems vergrößert, weil Veränderungen relevanter Parameter im analogen wie auch im Motor-Control-Bereich genau bestimmt und bei Bedarf durch die Firmware nachgeregelt werden können.

Schlussfolgerungen

Der Trend geht zu smarten Aktoren im Fahrzeug mit erhöhten Anforderungen an Hard- und Software der Motorsteuerung einher. Inzwischen sind dafür geeignete hochintegrierte Embedded-Controller auf Basis von Standard-Mikrocontrollern verfügbar. Das volle Potenzial dieser Technologie mit Blick auf Flexibilität, Kosten und Entwicklungsaufwand für individuelle Kundenanforderungen erschließt sich allerdings erst durch eine enge Verzahnung von Hardware und Software. Deshalb bieten TDK-Micronas und NewTec ihr Komplettpaket von Motorcontroller-Chip HVC 4223F und flexibler Firmware NTMicroDrive als Ready-to-Copy-Plattform für sichere Motorsteuerungsanwendungen an. NewTecs Firmware NTMicroDrive bildet das passende Bindeglied zwischen Motor-Controller und Applikation (Bild 3). Sie macht das gesamte Controller-Feature-Set schnell und transparent als Prototyp für Applikationen verfügbar, der mit wenigen Anpassungen produktionsreif ausentwickelt werden kann – funktional, flexibel, wiederverwendbar, kostenoptimiert und entsprechend der Safety-Vorgaben der ISO 26262. Das reduziert signifikant den Qualifizierungsaufwand – pro Applikation ebenso wie im Rahmen eines zertifizierbaren Gesamtsystems im Automobil. Als vollständig integrierte Lösung für smarte Aktoren ist der HVC 4223F flexibel einsetzbar und kann ohne großen Aufwand in neuen Applikationen wiederverwendet werden, sogar mit geändertem Motorkonzept. Sein Einsatz hilft Herstellern, ihre Kosten zu senken – durch

weniger externe Bauelemente ebenso wie durch seine hohe Performance und Flexibilität. Offene Schnittstellen zur Applikationsschicht stellen die Flexibilität des Motor-Controllers direkt der Systemlösung des Anwenders zur Verfügung. Die Wiederverwendbarkeit grundlegender Routinen in Kombination mit der Hardware ermöglicht eine einfache Quantelung der Hardware in Bezug auf verschiedene Motorleistungsklassen bzw. -varianten. Die hohe Integration bei optimiertem PCB-Design senkt Kosten, reduziert den Verbrauch von Energie und Ressourcen und verlängert die Lebensdauer des Systems. Somit sind NewTecs Firmware NTMicroDrive und TDK-Micronas embedded Motor-Control-Baustein HVC 4223F das abgestimmte Gespann, um bereits im Prototypenstadium Applikationen zu evaluieren, diese im finalen Produktionszyklus schnell und kostengünstig auszugestalten und durch wenige Änderungen flexibel und auch Safety-konform auf geänderte Kundenwünsche reagieren zu können. eck



Rüdiger Laschewski-Grossbaier

ist seit 1996 im Bereich Automotive tätig. Im Februar 2015 wechselte er zu TDK-Micronas, um dort den Produktbereich der embedded Motor-Controller zu übernehmen. Dort kann er die Erfahrung gewinnbringend einsetzen, die er in seinen bisherigen Positionen in den Bereichen Engineering für Mikrocontroller sowie Engineering und Projektleitung für Mikrocontroller-Software-Development und Automotive Networking sowie im Bereich der Leitung des technischen Marketings für automobiler analoge ASIC gesammelt hat.



Thomas Mack

ist Leiter der Produktentwicklung und Senior Safety Engineer bei NewTec, wo er für die Entwicklung hochzuverlässiger Produkte für Sicherheitselektronik verantwortlich ist. Mack bringt seine Erfahrung in den Bereichen Digital Design und funktionale Sicherheit in verschiedenen Bereichen mit ein. Thomas Mack hat sein Diplom in Kommunikationstechnik an der Fachhochschule Ulm und seinen Master of Business Administration an der Fachhochschule Neu-Ulm erworben.