

## EMBEDDED SYSTEMS

# DC-Motorsteuerung bis zu 10 A

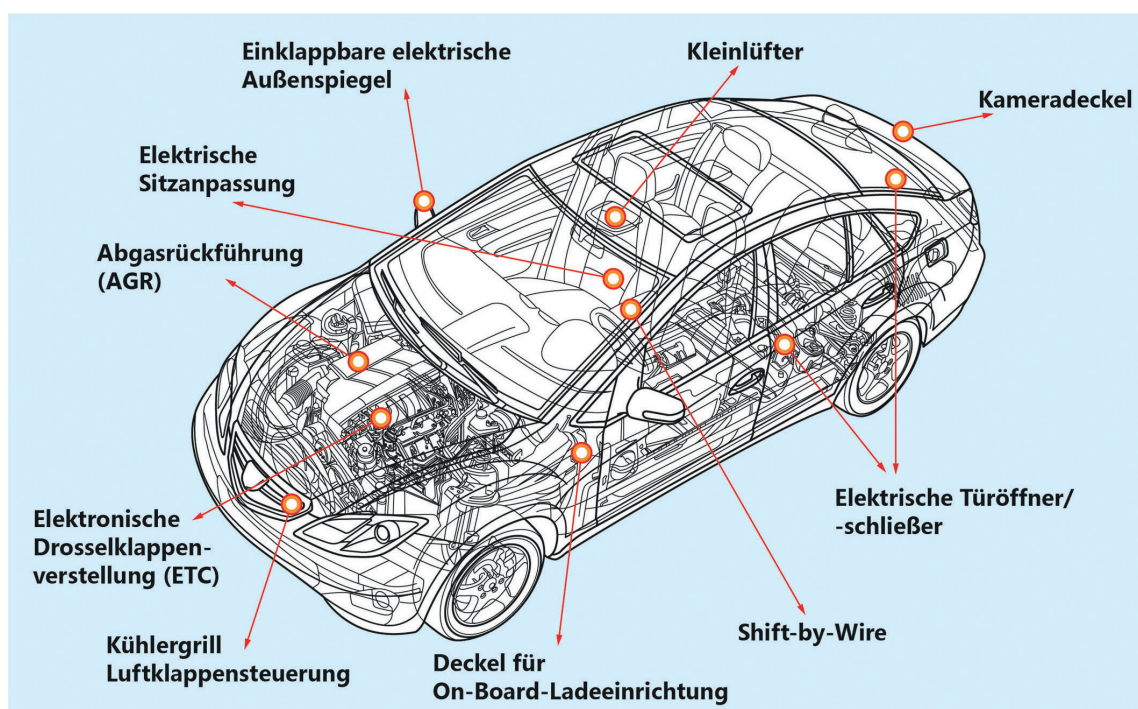
Die Vorteile bürstenloser Gleichstrommotoren (BLDC) haben scheinbar so gut wie alle motorisierten Anwendungen durchdrungen – viele werden aber immer noch mit bürstenbehafteten DC-Motoren realisiert. Denn die zu erzielenden Effizienzverbesserungen rechtfertigen das komplexere Design und die Kosten von BLDC-Motor Implementierungen oftmals nicht.

Fahrzeugbesitzer profitieren schon lange vom Einsatz elektrischer Motoren und den damit verbundenen Vorteilen der Elektrifizierung, die für viele wahrscheinlich mit elektrischen Fensterhebern begann. Anstatt sich beim Verlassen eines Parkplatzes oder beim Drive-in mit dem Kurbelhebel herumzuschlagen, genügt ein einfacher Knopfdruck, um das Fenster zu öffnen und wieder zu schließen. Bei Fahrzeugen, die von mehreren Fahrern genutzt werden, kommt es häufig zu der Situati-

on, dass der Sitz scheinbar immer für den anderen Fahrer konfiguriert ist. Hier sind häufig mehrere Motoren mit einer Speicher-/Memory-Funktion integriert, sodass jeder Fahrer mit einem einzigen Knopfdruck seine bevorzugte Fahrposition einnehmen kann. Und im Familien-Van können selbst die kleinsten Passagiere die Schiebetür dank Motorisierung problemlos öffnen und schließen.

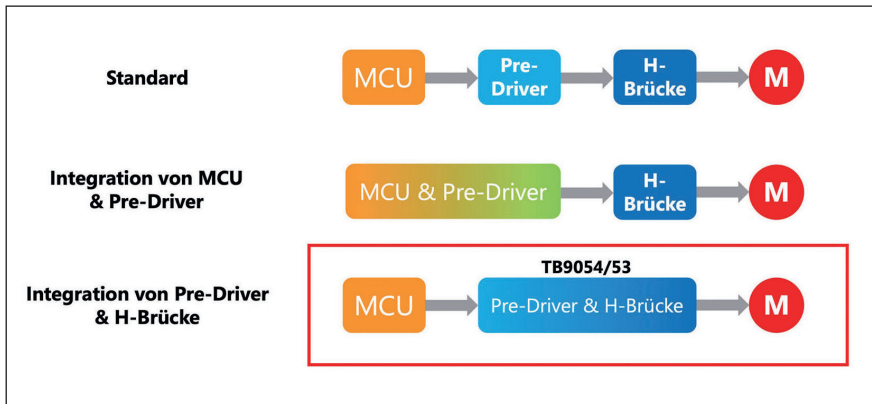
Die Vorteile bürstenloser Gleichstrommotoren (BLDC) haben scheinbar so gut wie alle motorisierten Anwen-

dungen durchdrungen – viele der hier aufgeführten werden aber immer noch mit bürstenbehafteten DC-Motoren realisiert. Dies liegt daran, dass die zu erzielenden Effizienzverbesserungen das komplexere Design und die Kosten von BLDC-Motor-Implementierungen nicht rechtfertigen. Bei einer Kraftstoffpumpe, die während der gesamten Fahrt in Betrieb ist, sind die längere Lebensdauer und die Energieeinsparungen eines BLDC-Motors offensichtlich. Aber bei motorbetriebenen Anwendungen, die

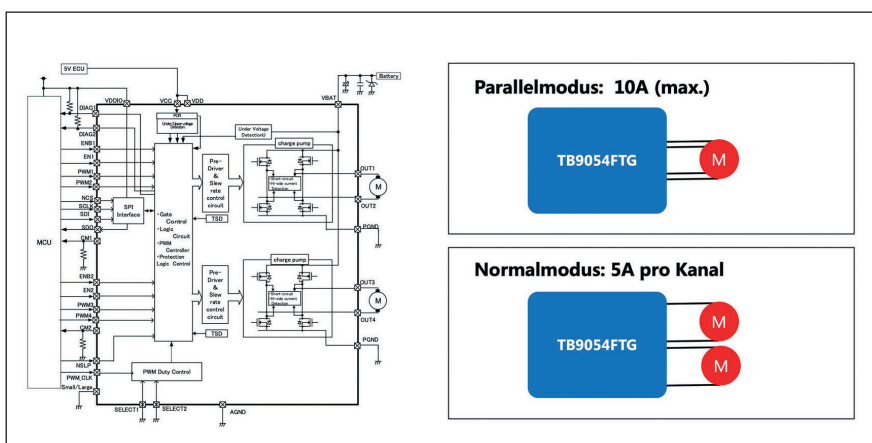


Anwendungen  
bürstenbehafteter  
DC-Motoren.

© Toshiba



**Bild 1:** Integrierte Pre-Driver und H-Brücken Lösungen sind für DC-Motorsteuerungen am sinnvollsten und ermöglichen die flexible Auswahl einer geeigneten MCU. ©Toshiba



**Bild 2:** Der TB905xFTG kann bis zu 5 A pro Kanal für zwei Motoren im SMALL-Modus oder bis zu 10 A im LARGE-Modus für einen einzelnen Motor liefern. ©Toshiba

eine nicht so präzise Regeldynamik erfordern oder nur einige Sekunden, vielleicht ein- oder zweimal pro Fahrt eingesetzt werden, kommen die Vorteile bürstenbehafteter DC-Motoren zum Tragen.

**Partitionierung der DC-Motorsteuerung**

Geht es um das Design der Steuerelektronik für DC-Motoren, haben Entwickler die Qual der Wahl. Ein Mikrocontroller (MCU) bildet die Basis des Steuergerätes (ECU), empfängt Steuersignale typischerweise über CAN oder LIN und wandelt diese in Motorkontrollsignale um. Diese müssen dann die Leistungsschalter (meist MOSFETs) ansteuern, an die der Motor angeschlossen ist. Die MOSFETs befinden sich in einer H-Brückenkonfiguration. Dadurch kann der Motor in beide Richtungen drehen und mithilfe eines pulsbreitenmodulierten (PWM) Signals die Drehzahl des Rotors gesteuert werden. Die Logikausgänge

der MCU liefern jedoch nicht genügend Strom, um die MOSFETs direkt durchzuschalten. Daher sind Gate-Treiber erforderlich, die die Logikausgänge der MCU auf Leistungspegel erhöhen, die zur Ansteuerung der MOSFETs erforderlich sind.

Der einfachste Weg solche Systeme zu partitionieren, ist nach Funktion: MCU, Pre-Driver, H-Brücke (Bild 1). Da die Entwickler unter dem Druck stehen, kompaktere und zuverlässigere Designs bereitzustellen, sind alternative, höher integrierte Ansätze erforderlich. Die Integration von MCU und Pre-Driver ist eine Möglichkeit. Der Nachteil dabei ist, dass die Wiederverwendbarkeit der MCU womöglich eingeschränkt ist, sollten sich die Pre-Driver Anforderungen in Folgeprojekten ändern. Ist die MCU Software vorhanden, getestet und sicherheitsgeprüft, stellt eine dann notwendige Portierung der Software eine erhebliche Hürde dar.

Möchte man die MCU jedoch beibehalten, besteht die Alternative darin, ei-

nen Motortreiber (MCD; Motor Control Driver) zu verwenden, der den Pre-Driver und die H-Brücke integriert. Zukünftige Projekte mit veränderten Motoranforderungen können unter Beibehaltung der MCU mithilfe eines maßgeschneiderten MCD aus dem verfügbaren Lineup realisiert werden.

**Integrierte H-Brücke mit Pre-Driver**

Toshiba erweitert sein Angebot an integrierten 12-V-Pre-Driver/H-Brücken um die kürzlich eingeführten TB9053FTG und TB9054FTG. Diese 2-Kanal-DC-Motortreiber werden in robuster BiCD-Technologie gefertigt und kombinieren die Vorteile der Bipolar-, CMOS- und DMOS-Technik. Jeder Baustein hat zwei integrierte H-Brücken, die zugehörigen Pre-Driver sowie Diagnose- und Kontrollfunktionen. Betriebs- und etwaige Fehlerzustände können mittels der SPI Schnittstelle detailliert ausgelesen werden.

Die DC-Motortreiber lassen sich im SMALL-Modus mit bis zu zwei 5-A-Motoren oder im LARGE-Modus mit beiden Kanälen parallel geschaltet betreiben, um einen Motor mit bis zu 10 A anzusteuern (Bild 2). Der BiCD-Prozess garantiert, dass die Bauteile einen entsprechend niedrigen Schaltwiderstand aufweisen (290 mΩ pro Halbbrücke bei  $T_j=150\text{ °C}$ ). Dies reduziert die Verlustleistung und die sich daraus ergebende Wärmeentwicklung. Um die Anzahl der erforderlichen externen Bauelemente zu minimieren, sind die Kondensatoren für die Ladungspumpen des Pre-Drivers bereits integriert. Das Design ist so ausgelegt, dass ein 100% PWM-Tastverhältnis gewährleistet ist.

Die Ansteuerung der Motortreiberbausteine kann über die PWM-Ausgänge einer MCU erfolgen. Die vier integrierten Halbbrücken verfügen über separate PWM-Eingänge, die zwischen 1 und 20 kHz betrieben werden können. Wobei die Totzeiteinfügung automatisch erfolgt. Weitere MCD Eingänge sind für die Konfiguration und Enable/Disable vorgesehen.

Über die serielle SPI-Schnittstelle hat man Zugriff auf eine Vielzahl von Konfigurationsmöglichkeiten und Diagnosedaten. Ferner können die Treiberbausteine über SPI kaskadiert werden, um mehrere Motorgruppen zu betrei-

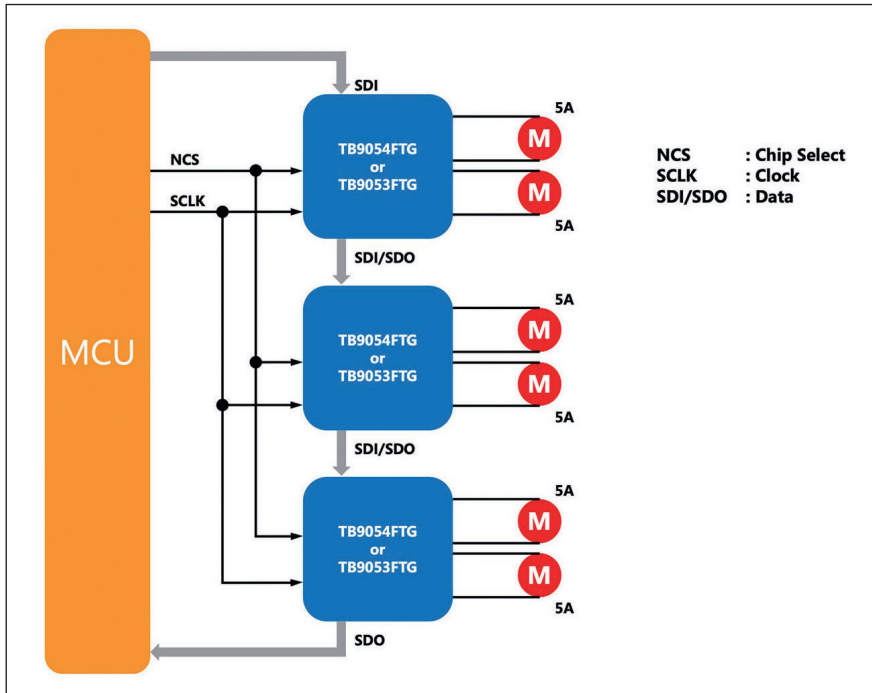


Bild 3: Die SPI-Schnittstelle reduziert die Anzahl der erforderlichen MCU-Pins aufgrund des internen Oszillators und der vorhandenen PWM-Generatoren. © Toshiba

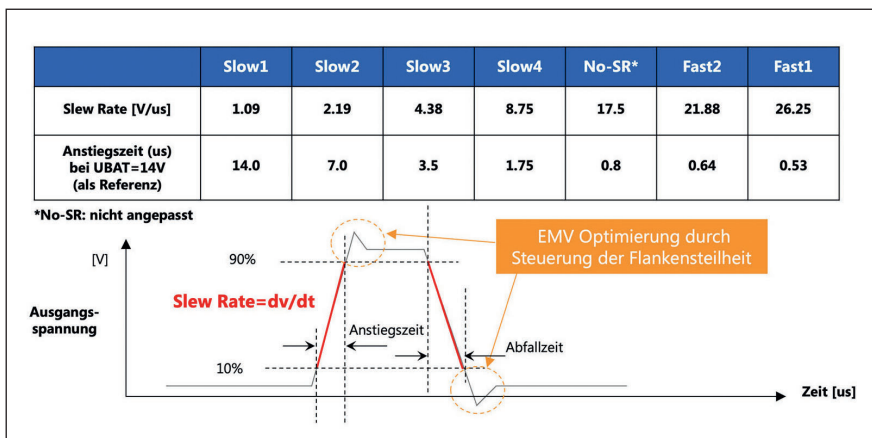


Bild 4: Der TB905xFTG bietet sieben Stufen zur Steuerung der Flankensteilheit (Slew-Rate), um die EMV-Anforderungen zu erfüllen. © Toshiba

ben. Ein Überstromschwellwert, der als Chopper-Strombegrenzung implementiert ist, lässt sich im SMALL-Modus zwischen 4,6 und 6,5 A oder im LARGE-Modus zwischen 9,2 und 13 A einstellen.

Die DC-Motoren lassen sich über den Motortreiber sogar vollständig über SPI ansteuern (Bild 3). Ein integrierter eigener 16-MHz-Oszillator und ein PWM-Generator reduzieren die Anzahl der erforderlichen Signale, die die MCU liefern muss. Alternativ kann ein einzelner MCU-Taktausgang als Zeitbasis verwendet werden. Fällt dieses externe Signal wegen einem Fehlerfall aus, dient der interne Oszillator als Ersatz.

Um EMV-Anforderungen (Elektromagnetische Verträglichkeit) gerecht zu werden, bietet der TB905xFTG sieben Stufen für die Regelung der Flankensteilheit (Slew-Rate) für die MOSFET Ansteuerung (Bild 4).

Der schon angesprochene niedrige Durchlasswiderstand trägt dazu bei, die Wärmeentwicklung minimal zu halten. Die entstehende Wärme lässt sich über das thermisch optimierte Gehäuse des TB9053FTG verbessert abführen. Ein zusätzlicher integrierter Metallkern führt zu einem geringen Wärmewiderstand von nur 0,67 °C/W.

Das für den TB9054FTG verwendete Gehäuse ist ein 6 mm x 6 mm Wettable-

Flank-VQFN mit 0,5 mm Pin-Abstand, wodurch sich dieser AEC-Q100 Baustein für die automatisierte optische Inspektion (AOI) eignet.

### Gemacht für die Zukunft

Während viele motorisierte Anwendungen mit bürstenlosen DC-Motoren ausgestattet werden, gibt es nach wie vor eine Vielzahl von Automotive-Systemen, die aufgrund ihrer Designkomplexität und Kosten weiterhin auf herkömmliche (bürstenbehaftete) DC-Motoren setzen. Motortreiber wie der TB905xFTG basieren auf fortschrittlichen Prozesstechnologien wie BiCD, um eine hochgradig konfigurierbare und effiziente Motorsteuerung zu ermöglichen. Sie erfüllen die strengen Anforderungen im Automotive-Bereich und ermöglichen Plattformansätze, bei denen bestehende MCU-Lösungen wiederverwendet werden können. Durch ihre umfassenden Diagnosefunktionen lassen sich die neuen Motortreiber in die intelligenten Automotive-Plattformen von heute integrieren. ■ (oe)

[toshiba.semicon-storage.com](http://toshiba.semicon-storage.com)

Klaus Neuenhüskes ist Chief Engineer Solution Marketing bei Toshiba Electronics Europe.