

# Ansteuern, regeln, integrieren

**Laserdioden in Embedded-Systemen.** In Laser-Applikationen kommen verschiedene digitale und analoge Technologien zum Einsatz. Digitale Embedded-Elektronik und analoge Lasertechnik auf kompakte und effiziente Weise miteinander zu kombinieren stellt Systementwickler vor besondere Herausforderungen.

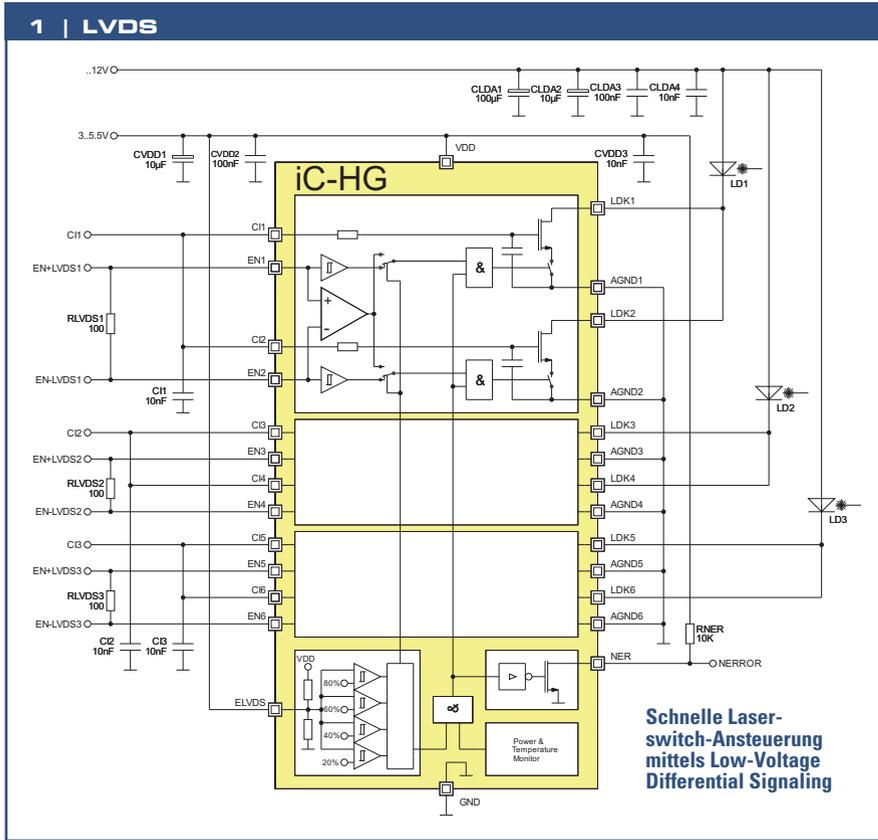
Die Anwendungsmöglichkeiten von Laserdioden in der Beleuchtung, Sensorik und Materialbearbeitung sind vielfältig. Zahlreiche Applikationen nutzen die Kombination von hoher Intensität und engem spektralen Frequenzbereich der vielen verschiedenen Bauteile. Diese beinhalten neben der aktiven, Licht emittierenden Laserdiode häufig eine Monitordiode im optischen Pfad, die eine optische Leistungsmessung ermöglicht. Bei der dynamischen Betrachtung ist das spezifische Verhalten von Laser- und Monitordiode für eine Regelung zu berücksichtigen. Die Ströme von Laserdioden reichen von wenigen Milliampere bis zu einigen Ampere. Die Flussspannungen einzelner Laserdioden liegen zwischen  $>1$  und circa  $10$  V. Die Kennlinien von Laserdioden sind

nicht linear und erfordern eine hohe Genauigkeit und Dynamik an bestimmten Arbeitspunkten. Laserdioden haben im

Vergleich zu anderen aktiven Komponenten einen eingeschränkten Temperaturbereich. Sie verändern ihre Kennlinien über

## WISSENSWERT

**Sichere Laser.** Neben der Einhaltung der Laserklasse ist auch die Erkennung von Ausfällen und Fehlverhalten einer Laserapplikation wichtig. Im Fehlerfall muss der sichere Systemzustand erreicht werden. In besonders kritischen Fällen kann das System autark reagieren und in einen solchen Zustand gebracht werden. Die Laserdiodenansteuerung überwacht den Betrieb eigenständig und signalisiert dem Mikrocontroller und seiner Software Handlungsbedarf. Einschränkungen in der Versorgung müssen für das System erkennbar sein; falls erforderlich, ist die Ansteuerung der Laser abzuschalten. Auch ist ein Wiedereinschalten nach einer Versorgungsstörung (etwa mit rückgesetztem Parametersatz oder verlorenem Arbeitspunkt) zu verhindern. Bei sicherheitsrelevanten Anwendungen sind meist mehrere Instanzen zum Einschalten erforderlich. Eine Kombination aus Hardware-basierten Signalen und Software-basierten Zuständen sichert das Einschalten der Laserdioden.



hingegen regelt den Strom innerhalb der Laserdiode. Eine Monitordiode ist dafür nicht erforderlich. Bei der modulierten Ansteuerung gibt es sowohl statische als auch dynamische Anteile. Laserdioden werden mittels konstanten Bias-Stroms in den Laserbetrieb gebracht. Ein zusätzliches Modulationssignal steuert den dynamischen Anteil der Laserdioden-Ansteuerung. Die Modulation reicht von einer einfachen analogen, niederfrequenten digitalen Pulsbetrieb im Nanosekundenbereich.

Die Laserdioden-Ansteuerung muss aus der Sicht des Embedded-Systems einige Aspekte berücksichtigen – etwa bei Regelungen schnell und hochpräzise auf Veränderungen reagieren. Die dynamischen Eigenschaften der Laserdioden selbst und der optischen Feedbackpfade sind ebenfalls einzubeziehen; der erforderliche Regler und die Arbeitspunkte sind hierauf abzustimmen. Die Regelung kann Software-basiert mit dem Mikrocontroller oder mit einem integrierten analogen Regler erfolgen. Letzterer verarbeitet die Regelparameter und das Feedback direkt und analog. In diesem Fall wird der Mikrocontroller mit der Regelung nicht numerisch belastet und kann somit hinsichtlich der Rechenleistung sparsamer dimensioniert werden. Eine Temperaturüberwachung kann, je nach Systemaufbau, die thermisch bedingte Veränderung der Laserdioden-Kennlinien über die Regelung beziehungsweise die Regelparameter kompensieren. Über den kompletten Lebenszyklus des Lasersystems hinweg sind außerdem die Alterungseffekte der Laserdiode selbst zu kompensieren.

den Temperaturbereich drastisch. Auch ist der Wirkungsgrad einer Laserdiode von der Temperatur abhängig.

Die meist teuren Laserdioden müssen zu ihrem Schutz definiert angesteuert werden. Zu schnelles Einschalten kann die Halbleiterstrukturen der Laserdiode beschädigen und ihre Lebensdauer verkürzen. Die Spannungsversorgung der Laserdioden selbst beeinflusst ebenfalls die Stabilität des Systems. Spannungs-

Versorgung erforderlich. Die Typenbezeichnungen N, M und P beschreiben die elektrische Verdrahtung der Laser- mit der integrierten Monitordiode. Auch werden häufig zwei Laserdioden unterschiedlicher Wellenlänge in ein Gehäuse integriert. Hiermit lassen sich beispielsweise Differenzmessungen bei definierten Wellenlängen umsetzen. Außerdem kann eine Laserdiode zur Sensorik und eine weitere zur Bearbeitung verwendet werden.

**( ) | KONTAKT**

**iC-Haus GmbH,**  
Am Kuemmerling 18,  
55294 Bodenheim,  
Tel. 06135 9292-0,  
Fax 06135 9292-192,  
www.ichaus.de

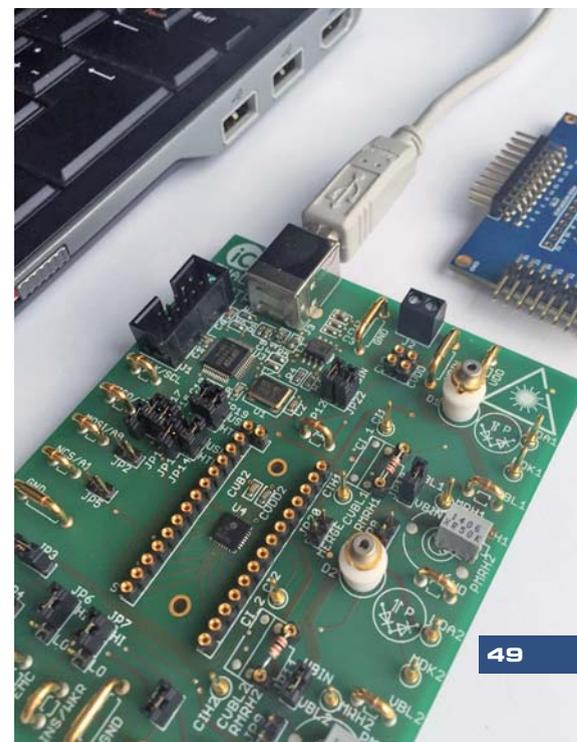
schwankungen und Störungen, wie Ripple oder Spikes, welche die Spannungsversorgung selbst verursacht, sind mit der Laserdioden-Ansteuerung zu minimieren.

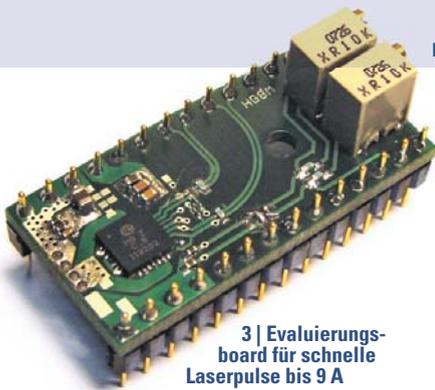
Bei Laserdioden sind eine Vielzahl unterschiedlicher Gehäuse und Verdrahtungsvarianten verfügbar. Je nach Pin-Belegung und Bezugspotenzial sind Stromausgänge bei gemeinsamer Masse oder Stromeingänge bei gemeinsamer

**Laserdioden ansteuern**

Typische Ansteuerungen von Laserdioden lassen sich in zwei Gruppen einteilen: die CW- (Continuous Wave) und die modulierte Ansteuerung. Bei ersterer wird auf einen stabilen und konstanten Arbeitspunkt hin geregelt. Im Falle von APC (Automatic Power Control) wird der Strom der Laserdiode über die optische Leistung geregelt. Eine Monitordiode im optischen Pfad übernimmt die optische Leistungsmessung und liefert Feedback an den Regelkreis, der den Strom der Laserdiode anpasst. ACC (Automatic Current Control)

**2 | Embedded-Evaluierung mit Laptop, Lasertreiber-Evalboard und Entwicklungsplattform**





3 | Evaluierungs-board für schnelle Laserpulse bis 9 A

### Laser digital ansteuern

Die digitale Ansteuerung einer Laserdiode über einen Laserdioden-Treiber umfasst die Digitalisierung analoger Signale und die analoge Ausgabe digitaler Parameter sowie binäre Steuer- und Feedbacksignale. Typische Embedded-Standardschnittstellen wie SPI oder I<sup>2</sup>C bringen Vorteile bei der digitalen Kommunikation zur Parameter- und Statusübergabe. Bei besonders kurzen Steuerpulsen werden meist auf diese Performance angepasste I/O-Standards zur Kommunikation verwendet (Bild 1).

Mikrocontroller und Laserdioden benötigen in der Regel unterschiedliche Spannungen und somit unterschiedliche Spannungsversorgungen. Während Mikrocontroller meist eine Versorgungs- und I/O-Spannung von 3,3 V oder geringer verwenden, benötigen einige Laserdioden Spannungen von mehr als 8 V<sub>DC</sub> für ihren Betrieb. Eine Pegelanpassung zwischen Mikrocontroller und Laserdioden-Ansteuerung ist je nach Systemaufbau zusätzlich erforderlich. Aufgrund der Varianz der erforderlichen Eingangsströme sind zusätzliche Leistungsanpassungen der analogen Stromausgabe erforderlich.

Ein großer Vorteil aller Embedded-Systeme ist die Möglichkeit, Software zur Funktionserweiterung zu nutzen. Die Software kann individuell und flexibel auf einen speziellen Anwendungsfall angepasst und erweitert werden. Sicherheitssequenzen erlauben eine Prüfung des Systems im Einsatz und können beim Überschreiten von Grenzwerten eingreifen. Dank vielseitiger Analysemöglichkeiten werden komplexe Fehlerbilder identifizierbar. Auch erhält man mithilfe von Condition Monitoring Aufschluss über den Zustand und die Verfügbarkeit der Systeme. Zusätzlich lassen sich Funktionsabläufe als Algorithmen gezielt über den kompletten Produktlebenszyklus hinweg nutzen. Bereits bei der Produktion können erste Selbsttests frühzeitig Informationen über das System liefern. Kalibrierungen lassen sich innerhalb des Embedded-Systems nicht flüchtig, aber Update-fähig gesichert ablegen.

Die Verlustleistung des Reglers wird von Spannungsabfall und Laserdioden-

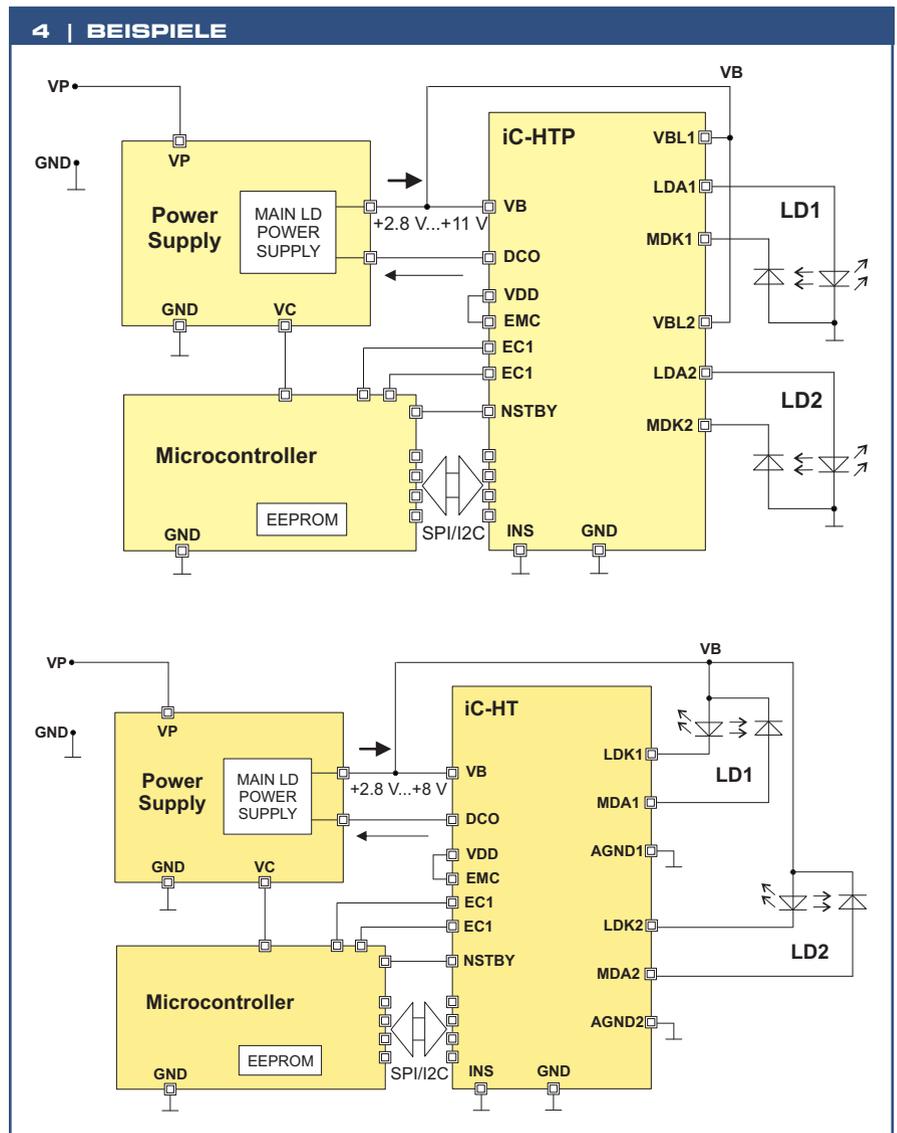
Strom definiert. Wird die Spannungsversorgung der Laserdioden durch das Gesamtsystem ansteuerbar, lässt sich der Spannungsverlust und somit die Verlustleistung als Abwärme am Regler auf den aktuellen Arbeitspunkt minimieren. Dies erhöht den Wirkungsgrad des Gesamtsystems und erweitert dessen nutzbaren Temperaturbereich.

### Schnelles Design-in mit Hardware-naher Evaluierung

Vielseitige Evaluierungssysteme vereinfachen die Integration einer Laserdioden-Ansteuerung in Embedded-Systeme (Bilder 2 und 3). Im ersten Schritt sollte die Ansteuerung der Laserdiode besonders einfach sein. In dieser Phase werden Erfahrungen in der Anwendung von Laser-

dioden aufgebaut. Anschließend ist die Anbindung der Laserdioden-Ansteuerung an die vorhandene Entwicklungsplattform des Mikrocontrollers sinnvoll. Hierbei können eigene Funktionen und Algorithmen bereits auf dem Zielsystem implementiert und getestet werden. Zuletzt erfolgt die Integration von Mikrocontroller und Laserdioden-Ansteuerung auf der eigenen Platine, kombiniert mit eigenen Software-basierten Funktionen, die bereits auf der Entwicklungsplattform entwickelt und intensiv getestet wurden.

Typische Komponenten für die Ansteuerung von Laserdioden sind Analog-Digital-Wandler, Digital-Analog-Wandler, Temperatursensor, Analogregler, Leistungselektronik, Linearregler, Konfigurationsspeicher und Kommunikationsschnittstelle. Diese Vielzahl von – meist bereits inte-



Frontend-Bausteine für Dual-P-Typ- (oben) und für Dual-N-Typ-CW-Laserdioden (unten)

grierten – Komponenten mit den üblichen Schnittstellen zu Embedded-Systemen ist idealerweise in einem einzigen, auf die Applikation zugeschnittenen Baustein zusammengefasst (**Bild 4**). Als Laser-Frontend-Lösung ermöglicht dieser eine besonders einfache Laserdioden-Ansteuerung und eine kompakte Umsetzung des Gesamtsystems. Alle erforderlichen Basiskomponenten, -funktionen, Konfigurationen und Systemzustände sind mit Standardschnittstellen direkt digital für den Mikrocontroller adressierbar. Zu den typischen Funktionen für die Ansteuerung von Laserdioden gehören Parametrierung, Spannungs- und Stromüberwachung, Überstrom- und Über-

temperaturabschaltung, Fehlerhandling sowie das Sicherheitssystem. Zusätzliche applikationsspezifische Funktionen lassen sich individuell mittels Software auf dem Embedded-System erweitern. *(m)*

#### **Autor**

Marko Hepp ist Applikationsingenieur für Laserdiodentreiber, Leitungstreiber, Sensorinterfaces, optische Sensoren und BiSS-Interface beim iC-Haus in Bodenheim.

#### **Online-Service**

Laserdioden-Ansteuerungen:  
Produktdetails und Infos des Herstellers

[EL-info.de/215401](http://EL-info.de/215401)

#### | **FAZIT**

**Einfach, kompakt.** Die Integration von Laserdioden ist durch die Kombination von applikationsspezifischen, integrierten Komponenten und angepasster Software besonders einfach und bringt besonders kompakte Lösungen hervor. Mithilfe derartiger Bausteine können Systementwickler individuelle Leistungsmerkmale ihrer Laserapplikation besonders effizient herausarbeiten.