



Sieht und spürt man kaum

Hochintegrierte, unauffällige Geräte für Diabetes-Patienten entwickeln. Das Überwachen und Einstellen des Blutzuckerspiegels ist für Millionen Menschen lebenswichtig. Instrumente wie die künstliche Bauchspeicheldrüse – mit energieeffizienten Funkschnittstellen und Cloud-Anbindung – tragen zu einer verbesserten Patientenversorgung bei.

Die Weltgesundheitsorganisation WHO geht davon aus, dass weltweit mehr als 400 Millionen Menschen mit Diabetes leben, nahezu viermal mehr als 1980. Die Krankheit kann zu schwerwiegenden gesundheitlichen Komplikationen wie Blindheit, Schlaganfall, Taubheitsgefühl und Amputation der unteren Extremitäten, Herzinfarkt und sogar zum Tod führen. Blutzuckermessung und -überwachung sind entscheidend für die effektive Behandlung von Typ-1- und Typ-2-Diabetes; mehr dazu im **Wissenskasten**.

Zu den herkömmlichen Messtechniken zählt das Blutzuckermessgerät (Blood Glucose Meter, BGM). Eine weitere Möglichkeit, die Typ-1- und Typ-2-Diabetiker nutzen können, sind kontinuierliche Blutzuckermessgeräte (Continuous Blood Glucose Meter, CGM). Die Vorteile permanenter Messungen sind eindeutig: Der Patient erfährt mehr darüber, wie sich der

Blutzuckerspiegel im Laufe der Zeit unter Berücksichtigung verschiedener Alltagsroutinen wie körperlicher Aktivität, Ernährung und Schlaf verändert. Therapien lassen sich damit verbessern, dass mehr über das Verhalten des Körpers im Laufe der Zeit bekannt wird – und zwar andauernd und nicht diskret.

Da diese Messgeräte interstitielle Flüssigkeit subkutan, also unter der Haut, messen, war bis vor Kurzem eine Kalibrie-

rung mit Blut nach einem festen Zeitplan erforderlich – und dafür der klassische Stich in den Finger. Mit dem technologischen Fortschritt erübrigen heute bestimmte CGMs die Kalibrierung auf Vollblut.

Der mikroelektronische Charakter eines kontinuierlichen Blutzuckermesssystems ist bis auf einige wichtige Ausnahmen derselbe wie bei einem BGM. Da diese Geräte am Körper getragen werden,

FAZIT

Sparsam mit der Energie. Das Beispieldesign einer künstlichen Bauchspeicheldrüse enthält einen ASIC von geringer Energieaufnahme, der die Analog-Frontend-Blöcke, das Power-Management, die MCU sowie ein integriertes Bluetooth-LE-Funkmodul umfasst. Dazu kommen Insulinreservoir, Pumpe, Katheter sowie Sensoren für Bewegung, Druck, Temperatur und Blutzucker. Die Kommunikation lässt sich etwa mit dem Bluetooth-5-zertifizierten Funk-Systemchip RSL10 realisieren. Dieser unterstützt sowohl Bluetooth LE als auch kundenspezifische 2,4-GHz-Protokolle und wirkt sich laut Hersteller besonders vorteilhaft auf die Größe der Applikation und die Batteriebensdauer aus.

ist die Größe entscheidend, was einen wesentlich höheren Integrationsgrad und ein effektives Energiemanagement erfordert, um den bestmöglichen Wirkungsgrad der eingesetzten Halbleiterbauelemente zu erzielen.

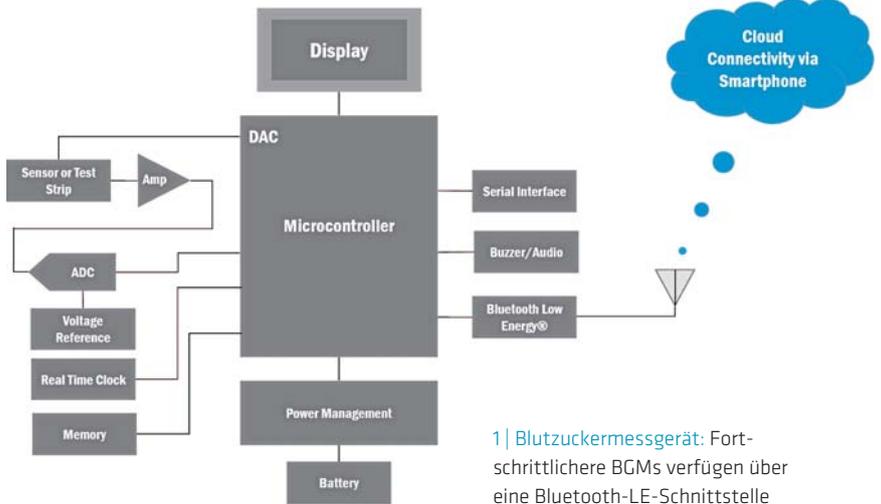
Neben der Messung und Überwachung entwickelt sich die Technik für die Abgabe von Insulin auch in Form von geschlossenen Regelkreisläufen weiter. Sie erlauben eine kontinuierliche Überwachung der Insulinverabreichung über die sogenannte künstliche Bauchspeicheldrüse. Dies führt zu einer besseren und komfortableren Gesundheitsversorgung für die vielen Millionen Diabetiker.

Den Blutzuckerspiegel messen

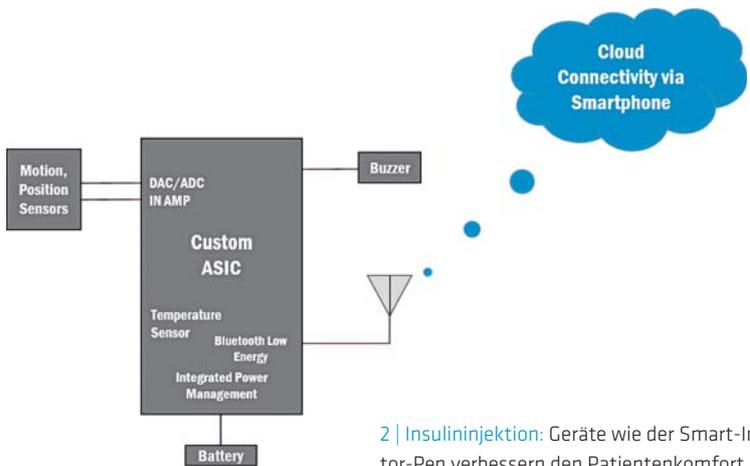
Herkömmliche BGMs sind in der Apotheke oder im Drogeriemarkt erhältlich. Mit einer mitgelieferten Lanzette (einer sehr kleinen, dünnen Nadel) steht nach einem Stich in den Finger ein kleiner Blutstropfen bereit, den man auf einen in das Messgerät einzuführenden Teststreifen aufträgt.

An die Blutprobe wird eine AC- oder DC-Erregungsspannung beziehungsweise ein -strom angelegt, während sie mit dem Teststreifen chemisch interagiert. Das abgeleitete Ergebnis wird vom Datenwandler zurückgelesen und nach einer kurzen Wartezeit – bis der Mikrocontroller die Berechnungen abgeschlossen hat – der resultierende Blutzuckerspiegel auf einem Bildschirm angezeigt.

Fortschrittlichere BGMs, wie in **Bild 1**, bieten eine Bluetooth-LE-Anbindung, um



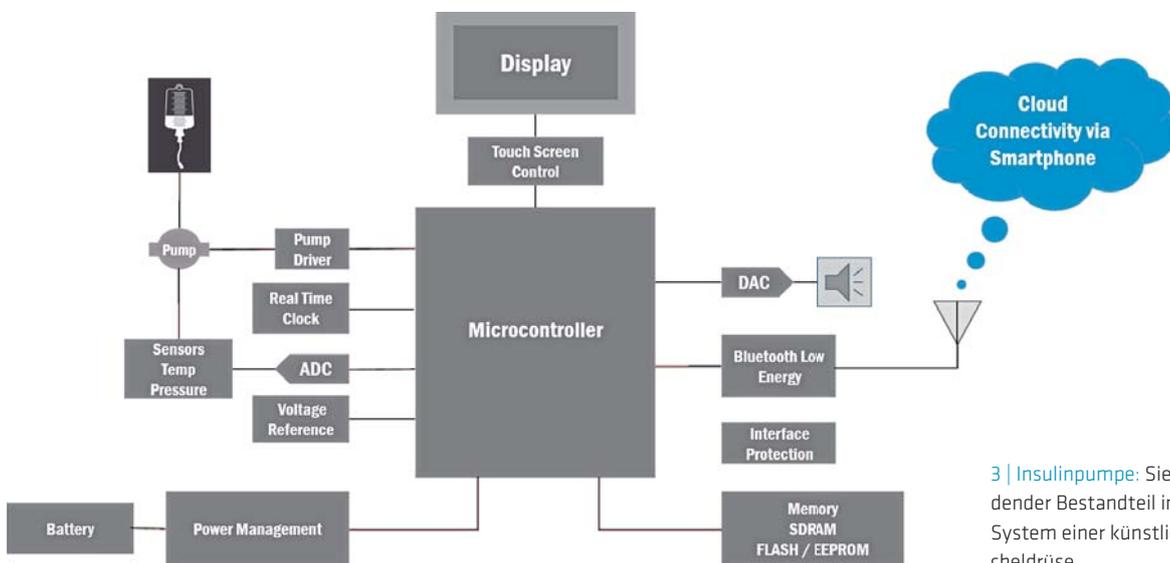
1 | Blutzuckermessgerät: Fortschrittlichere BGMs verfügen über eine Bluetooth-LE-Schnittstelle



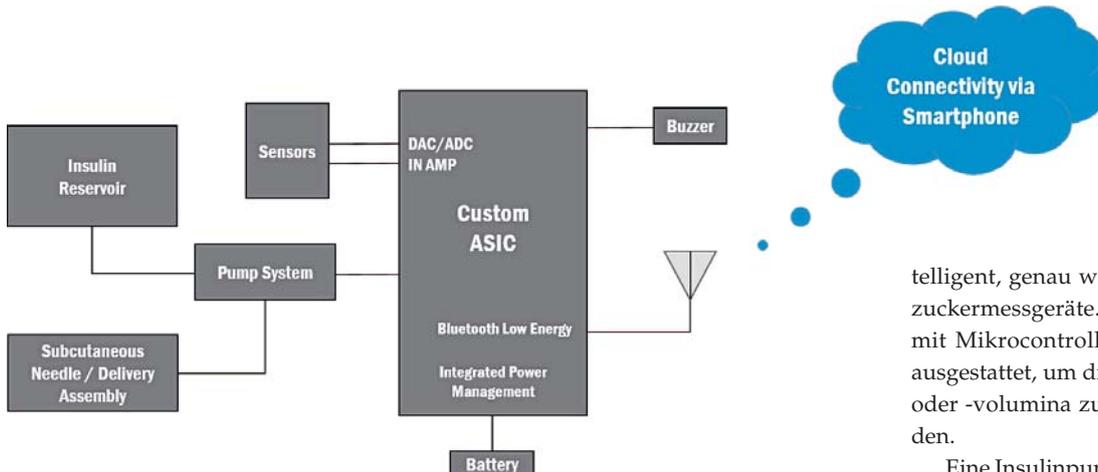
2 | Insulininjektion: Geräte wie der Smart-Injektor-Pen verbessern den Patientenkomfort

die diskreten Blutzuckerergebnisse an ein Smartphone zu übertragen, auf dem eine App mit Cloud-Anbindung läuft. Die Ergebnisse werden gespeichert und können

sofort oder über einen längeren Zeitraum von Familienmitgliedern und/oder Pflegepersonal eingesehen werden, um die Therapie zu verbessern.



3 | Insulinpumpe: Sie ist ein entscheidender Bestandteil im geregelten System einer künstlichen Bauchspeicheldrüse



4 | Künstliche Bauchspeicheldrüse: AFE-Blöcke, Power-Management, MCU und Bluetooth-LE-Funkmodul sind in einem ASIC untergebracht

Kontinuierliche Blutzuckermessung

Kontinuierliche Blutzuckermessgeräte enthalten die A/D-, D/A- und I/O-Funktionen in einem einzigen Chip, meist einem kundenspezifischen ASIC-Analog-Frontend oder ASSP. In Verbindung mit Bluetooth LE und einer MCU in einem kleinen WLCSP-Gehäuse, wie beim RSL10 von ON Semiconductor, lassen sich die permanent getragenen Geräte für den Anwender so unauffällig und praktisch wie möglich gestalten.

Abgesehen von den Schaltkreisen sind die Batterien ein weiterer wichtiger Faktor für die Größe. In einem tragbaren BGM finden sich eine oder zwei AA-, AAA- oder AAAA-Batterien. Diese sind für ein CGM zu schwer und zu groß, sodass die Größe und die Batteriechemie häufig eine Knopfzelle als Formfaktor erforderlich machen. Dafür muss die Stromaufnahme sorgfältig verwaltet werden. Spitzen- und Gesamtströme müssen minimiert werden, da der maximale Strom, der über eine Knopfzelle bereitsteht, im Vergleich zu AA-Batterien wesentlich geringer ist. Eine weitere Überlegung ist das Entladungsprofil. Eine Silberoxidbatterie stellt beispielsweise ma-

ximal 1,55 V bei einer Schlussspannung von bis zu 1,2 V bereit. Bei einer Mangan-dioxidbatterie beträgt die Nennspannung 1,5 V – bei einer Schussspannung von bis zu 1 V.

Insulinabgabe über Injektoren oder mittels Pumpen

Insulin wird bisher bei Bedarf mit einer Spritze und einer medizinischen Nadel selbst verabreicht – genau wie man eine Injektion in der Arztpraxis erhält. Heute sind viele Arten von Insulin erhältlich. Schnell, kurz- oder mittelfristig sowie lang wirksame Insulinsorten können je nach Bedarf getrennt oder gemischt injiziert werden.

Seit geraumer Zeit gibt es Alternativen zu subkutanen Injektionen (**Bild 2**). Eine solche ist ein Jet-Injektor, der Insulin in einem feinen Strom durch und in die Haut abgibt. Eine weitere Lösung ist ein Injektionsstift, der das Insulin über eine sehr feine Nadel vollautomatisch ausschüttet. Dies verbessert den Patientenkomfort erheblich und nimmt die Angst vor der Injektion.

Diese alternativen Geräte werden immer häufiger elektromechanisch und in-

telligent, genau wie herkömmliche Blutzuckermessgeräte. Injektor-Pens werden mit Mikrocontrollern und Bluetooth LE ausgestattet, um diskrete Injektionszeiten oder -volumina zu erfassen und zu melden.

Eine Insulinpumpe sorgt für die präzise Insulinabgabe für Typ-1- und einige Typ-2-Diabetiker – wird jedoch häufiger für Typ-1-Patienten verschrieben. Diese Pumpen (**Bild 3**) sind ein entscheidender Bestandteil im geregelten System einer künstlichen Bauchspeicheldrüse. Die kontinuierliche Messung des Blutzuckerspiegels in einem System mit einer Insulinpumpe, die diese Daten empfängt, sowie die ordnungsgemäße Steuerung der Abgabemenge und die dazugehörigen Algorithmen erzeugen die künstliche Bauchspeicheldrüse – die entscheidende Funktion für die Diabetesbehandlung.

Ist ein CGM vorhanden, um mehrere tägliche Fingerstiche zu vermeiden, ist dies schlichtweg eine bessere Methode zur Messung, bei der fortlaufende anstelle einiger diskreter Daten vorliegen. Ebenso ist die Fähigkeit, niedrige und hohe Blutzuckerwerte über den Tag hinweg auszugleichen, vorteilhaft. Eine künstliche Bauchspeicheldrüse bedeutet, dass Patienten sich keine Sorgen mehr über nächtliche Hypoglykämie, niedrige Blutzuckerspiegel im Schlaf, oder über die Häufigkeit von Messungen oder Injektionen machen müssen. Dies kann die Gesundheit, die Lebensqualität und wahrscheinlich auch die Lebenserwartung erheblich verbessern.

Aufbau einer künstlichen Bauchspeicheldrüse

Künstliche Bauchspeicheldrüsen werden in der Regel am Körper getragen oder am Gürtel des Benutzers befestigt. Es existieren sehr unterschiedliche Designs; das gebräuchlichste ist in **Bild 4** dargestellt. Es enthält einen hochintegrierten kundenspezifischen ASIC, der alle Analog-Frontend-Blöcke (AFE), das Power-Management, die MCU beziehungsweise Steuerung sowie ein integriertes Bluetooth-LE-



WISSENSWERT

Diabetes-Klassifikation. Es gibt zwei Hauptklassen von Diabetes: Typ1 und Typ2. Typ-1-Diabetes entsteht durch die unzureichende Insulinproduktion des menschlichen Immunsystems in der Bauchspeicheldrüse und kann vererbt sein. Patienten, die an einer unzureichenden Insulinproduktion leiden, benötigen Insulininjektionen, um zu überleben. Typ-2-Diabetes ist die Folge anderer Faktoren, wie Fettleibigkeit, geringe Bewegung sowie hohe Cholesterin- und Blutdruckwerte. Typ-2-Diabetes entsteht, wenn der Körper das natürlich produzierte Insulin nicht richtig verwendet.

Funkmodul zur einfacheren Kommunikation umfasst.

Alle diese Geräte enthalten ein Insulinreservoir einer bestimmten Art, eine Pumpe oder ein Betätigungssystem mit einem Antriebsmechanismus, einen Katheter oder eine Kanüle, um das Insulin über eine subkutane Nadel abzugeben, sowie verschiedene Sensoren für Bewegung, Druck, Temperatur und Blutzucker. Der wesentliche Unterschied zu diskreten oder getrennten Messsystemen besteht in der kontinuierlichen Funktion und der geschlossenen Regelschleife.

Neben dem Blutzucker- werden weitere Sensoren, wie ein Beschleunigungsmesser für niedrige g-Werte und Temperaturfühler, im am Körper getragenen Gerät zur Überwachung der Aktivitätswerte eingesetzt, um die Dosierungsalgorithmen zu verbessern. Diese Messaufnehmer liefern kontinuierlich Informationen über die körperliche Anstrengung sowie gleichzeitig Informationen über den Blutzuckerspiegel. Künstliche Intelligenz kann eingesetzt werden, um die erforderliche kurz- und mittelfristige Insulintherapie abzuschätzen.

Die meisten Systeme kommunizieren über Bluetooth LE mit einem Cloud-ver-

KONTAKT

ON Semiconductor,
5005 East McDowell Road,
USA-Phoenix, AZ 85008,
Tel. +1 602 244-6600,
www.onsemi.com

netzten Smartphone. Einige verwenden jedoch ein am Körper getragenes Headless-Gerät, das mit einer separaten Steuerung oder einem PDM (Personal Device Manager) kommuniziert. In diesen Fällen wird der PDM für die Benutzerinteraktion verwendet und kann als Steuerung – nicht als Regelkreis – verwendet werden. Der PDM stellt dann auch die Cloud-Anbindung bereit, meist über WLAN oder 4G.

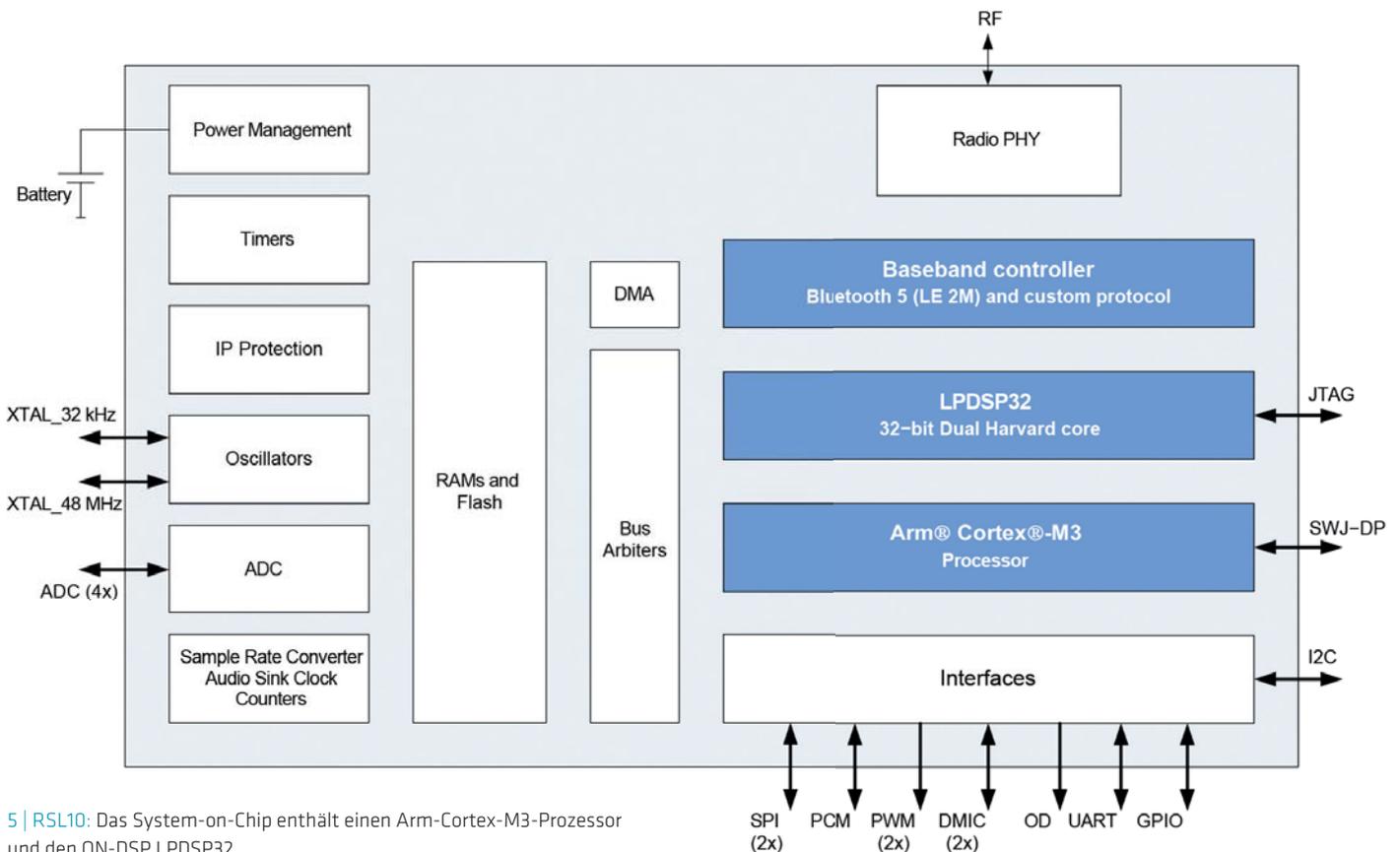
Über die Cloud-Anbindung können Pflegekräfte benachrichtigt und mit einbezogen werden. Darüber lassen sich mit Cloud Computing weitere Funktionen aus Big-Data-Analysen und Bevölkerungsmanagement gewinnen.

Über die IC-Integration hinaus werden in einigen Fällen sogar passive Bauelemente in fortschrittliche 3D-Hybridmodule zusammen mit einem hochintegrierten ASIC verbaut. Hier zahlen sich die Vortei-

le in Größe, Gewicht und Leistungsfähigkeit tatsächlich aus.

Bluetooth-LE-Funk als erste Wahl

Bausteine wie das Bluetooth-5-zertifizierte Funk-SoC RSL10 von ON Semiconductor – mehr dazu im **Online-Service** – sind eine geeignete Wahl, um die Kommunikation des künstlichen Bauchspeicheldrüsensystems zu ermöglichen. Der RSL10 (**Bild 5**) erreicht den branchenweit niedrigsten Strombedarf, bestätigt durch das EEMBC, und wurde kürzlich für den Einsatz in implantierbaren/lebenskritischen medizinischen Anwendungen qualifiziert. Der Baustein eignet sich vor allem für batteriebetriebene Geräte mit sehr geringer Stromaufnahme. Er enthält einen Arm-Cortex-M3-Prozessor und den DSP LPDSP32 von ON Semiconductor, um die für komplexe Designs erforderliche Robustheit zu erzielen. Dank des integrierten 384-KByte-Flash-Speichers und des 160-KByte-RAMs stehen Nutzern vielseitige Programmieroptionen zur Verfügung. Der RSL10 bietet außerdem ausreichend Platz für den Bluetooth-LE-Stack und die Grundlage für Firmware-Over-the-Air-Anwendungen.



5 | RSL10: Das System-on-Chip enthält einen Arm-Cortex-M3-Prozessor und den ON-DSP LPDSP32

Ein weniger bekannter Vorteil des RSL10 ist, dass die Bluetooth-LE-IP von ON Semiconductor in einen kundenspezifischen ASIC mit sehr geringem Strombedarf umgewandelt werden kann, um die Anforderungen für die Vielzahl von Sensoren und Sensorschnittstellen zu erfüllen. Da in den Mess- und Insulinabgabesystemen eine einzigartige D/A- und A/D-Umwandlung üblich ist, ist eine An-

passung fast immer erforderlich. Braucht ein Insulinabgabesystem vielleicht nur eine Bluetooth-LE-Übertragung, so lässt sich der Overhead im Basisbandfunk und im Controller verringern. Dies trägt zur effizienteren Verwendung von Halbleitern bei – ein wichtiger Punkt in Anbetracht dessen, dass es sich bei vielen Applikationen um Serienprodukte und/oder Wegwerfartikel handelt.

Autor

Steven Dean ist im Business Marketing, Signal Processing, der Wireless and Medical Division von ON Semiconductor tätig.

Online-Service

Funk-SoC RSL10: Info, Datenblatt und weitere Downloads

www.elektronik-informationen.de/89037

SiC-MOSFETs im TO-247-4L-Gehäuse



Die SiC-MOSFET-Serie **SCT3xxx xR** von **Rohm** beinhaltet drei 650- und drei 1200-V-Transistoren mit Trench-Gate-Struktur. Ihr TO-247-4L-Gehäuse mit vier Anschlüssen erhöht die Schaltleistung und reduziert laut Hersteller die Schaltverluste um bis zu 35 % gegenüber einem herkömmlichen TO-247N-Gehäuse.

Die SiC-MOSFETs eignen sich beispielsweise für Energiespeicher und Ladestationen für Elektrofahrzeuge

Es stehen Modelle mit $R_{DS(on)}$ -Werten von 30, 60 oder 80 beziehungsweise 40, 80 oder 105 m Ω , Nennströmen von 70, 39 oder 30 beziehungsweise 55,

31 oder 24 A und maximalen Verlustleistungen von 262, 165 oder 134 beziehungsweise 262, 165 oder 134 W zur Auswahl. Sie sind für Temperaturen von -55 bis +175 °C spezifiziert.

Das dazugehörige Evaluierungsboard P02SCT3040KR-EVK-001 integriert Gate-Treiber-ICs (BM6101FV-C) für die Ansteuerung von SiC-Bauelementen, mehrere Stromversorgungs-ICs und diskrete Bauelemente. Es ist kompatibel zu TO-247-4L und TO-247N, wodurch es beide Gehäusetypern unter gleichen Bedingungen testen kann. Das Board eignet sich unter anderem für Doppelpulstests und zweistufige Wechselrichter.

pat

www.elektronik-informationen.de/88045

Flache Abwärtsregler für Spannungen bis 18 Volt

Alpha & Omega Semiconductor

(AOS) hat die synchronen EZBuck-Regler **AOZ6682CI** und **AOZ6683CI** vorgestellt. Beide sind in einem sehr flachen, thermisch verbesserten TSOT23-6-Gehäuse erhältlich, arbeiten an Eingangsspannungen von 4,5 bis 18 V und liefern bis zu 2 beziehungsweise 3 A Ausgangsstrom. Die Abwärtsregler verfügen über eine niederohmige synchrone Buck-Endstufe, die einen Wirkungsgrad von bis zu 95 % ermöglicht. In Kombination mit einem thermisch verbesserten Gehäuse erreichen sie bei Vollast einen um 10 °C kühleren Betrieb im Vergleich zu ähnlichen Mitbewerberprodukten.



Dank niederohmiger Endstufe ermöglicht der Abwärtsregler Wirkungsgrade bis 95 %

Unter schweren Lastbedingungen arbeiten die Bauelemente in einem Festfrequenz-Dauerleitungsmodus (CCM). Bei leichten Lasten oder im Standby-Modus verwenden sie ein proprietäres PEM-Steuerungsschema (Pulse Energy Mode). Dieses Regelverfahren und der niedrige Ruhestrom von 200 μ A ermöglichen es, bei leichten Lasten Wirkungsgrade von 89 % zu erreichen.

Die neuesten 2-A- und 3-A-Erweiterungen der EZBuck-Familie bieten dank des niedrigen Ruhestroms und einer proprietären energiesparenden Leichtlaststeuerung einen um bis zu 6 % höheren Wirkungsgrad als konkurrierende Bausteine.

pat

www.elektronik-informationen.de/89032

UWB-Chipsatz zur mobilen Positionsbestimmung

Der UWB-Chipsatz **SR100T** von **NXP** dient der 360°-Positionsbestimmung in mobilen Sicherheitsanwendungen wie Mobile-Payment-fähigen Geräten. Die HF-Sicherheit richtet sich nach IEEE 802.15.4z, und eine einheitliche Sicherheitsarchitektur mit NFC sowie Secure Element ist vorgesehen. Damit umfasst das Schutzkonzept etliche Sicherheitsmechanismen in mehreren Schichten.

Aufgrund der dualen Empfänger mit Angle-of-Arrival-Funktion erfolgt die Lokalisierung selbst außerhalb der Sichtweite mit einer Messgenauigkeit von ± 10 cm und $\pm 3^\circ$. Pro Kanal steht eine Bandbreite von 500 MHz zur Verfügung.

mey

www.elektronik-informationen.de/88010



Der Chipsatz lokalisiert andere Geräte mit einer Genauigkeit von ± 10 cm und $\pm 3^\circ$