

Sensoren und Aktoren

Wahlpflichtfach 5. Semester Elektrotechnik

Prof. Dr. Felix Hüning

FB Elektrotechnik und Informationstechnik

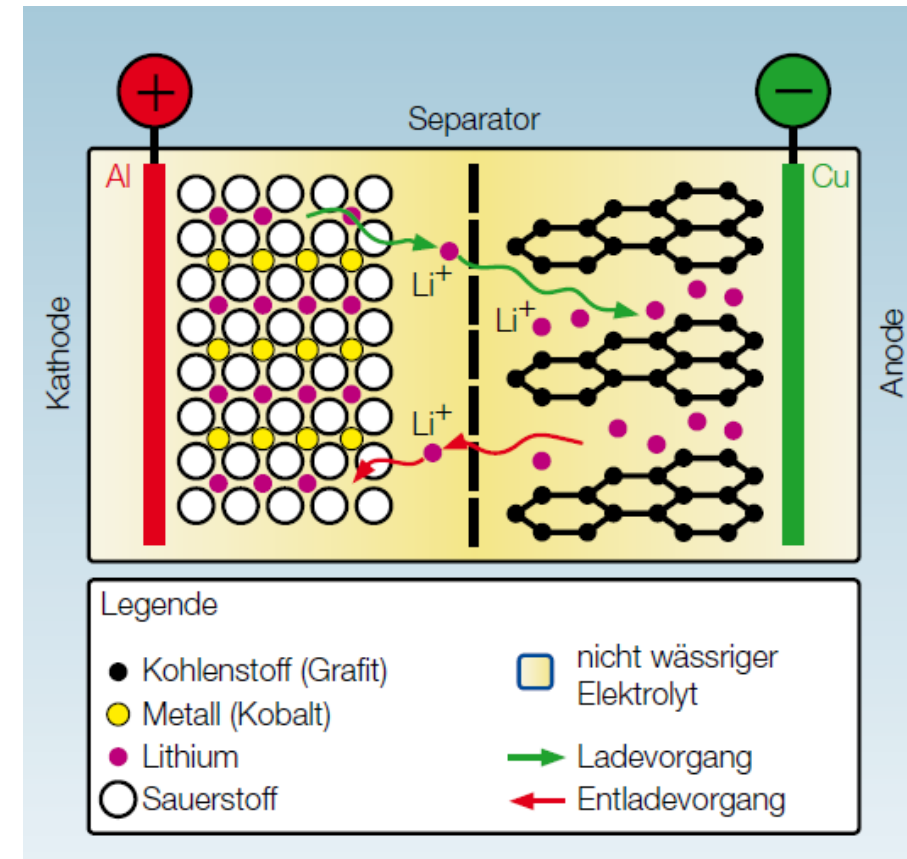
FH Aachen

Die Folien sind für den persönlichen Gebrauch im Rahmen des Moduls gedacht. Eine Veröffentlichung oder Weiterverteilung an Dritte ist nicht gestattet (F. Hüning)

- Batterie-Management-Sensor (Li-Ionen Batterie)

Li-Ionen Batterie

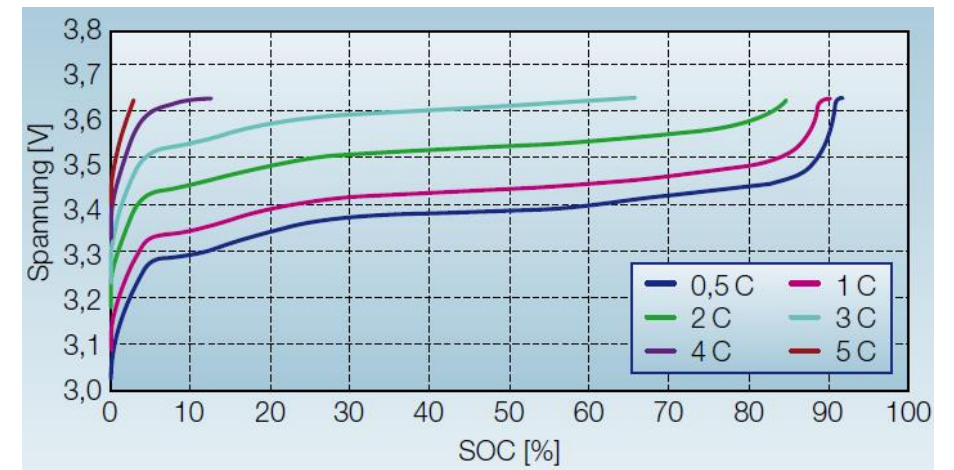
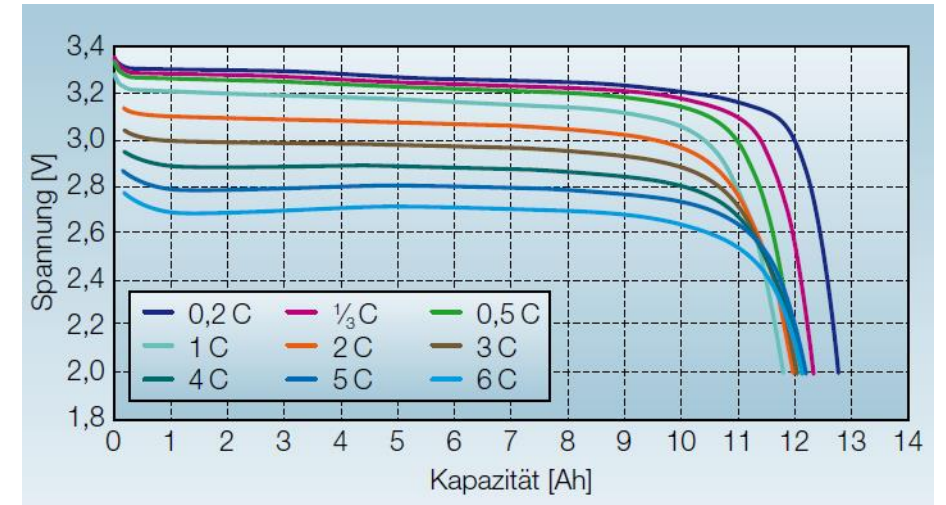
- Beispiel Lithium-Kobalt-Dioxid-Kathode
 - 3,7V Zellspannung
 - Bis 190Wh/kg Energiedichte
- Laden
 - Li⁺-Ionen wandern in Grafit-schichten der Anode
- Entladen
 - Li⁺-Ionen wandern in Metalloxid
- 400V Bordnetz
 - ~100 Batteriezellen in Reihe



Quelle: Vezzini, Berner Fachhochschule

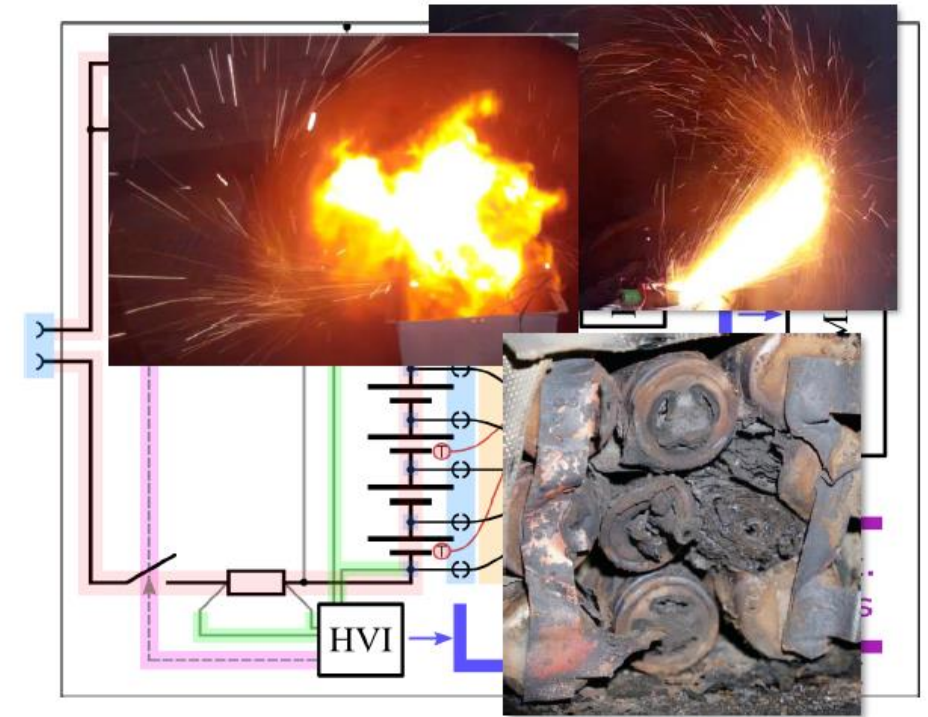
Li-Ionen Batterie

- Einfaches Laden der Li-Ionen Batterie
(konstanter Strom bis zu einer Grenzspannung)
- C-Faktor gibt Lade-/Entladeströme an
 - $C = \text{Strom} / \text{Kapazität}$
- Batterie-Management-System zur Überwachung des Ladungszustands



Quelle: Vezzini, Berner Fachhochschule

- Sicherer Betrieb von Li-Ionen Zellen nur in gewissen Grenzen
- Li-Ionen Zellen müssen sehr genau kontrolliert werden
 - Ladezustand
 - Ströme
 - Temperatur
- Batterie-Management-Sensor bzw. -System (BMS)

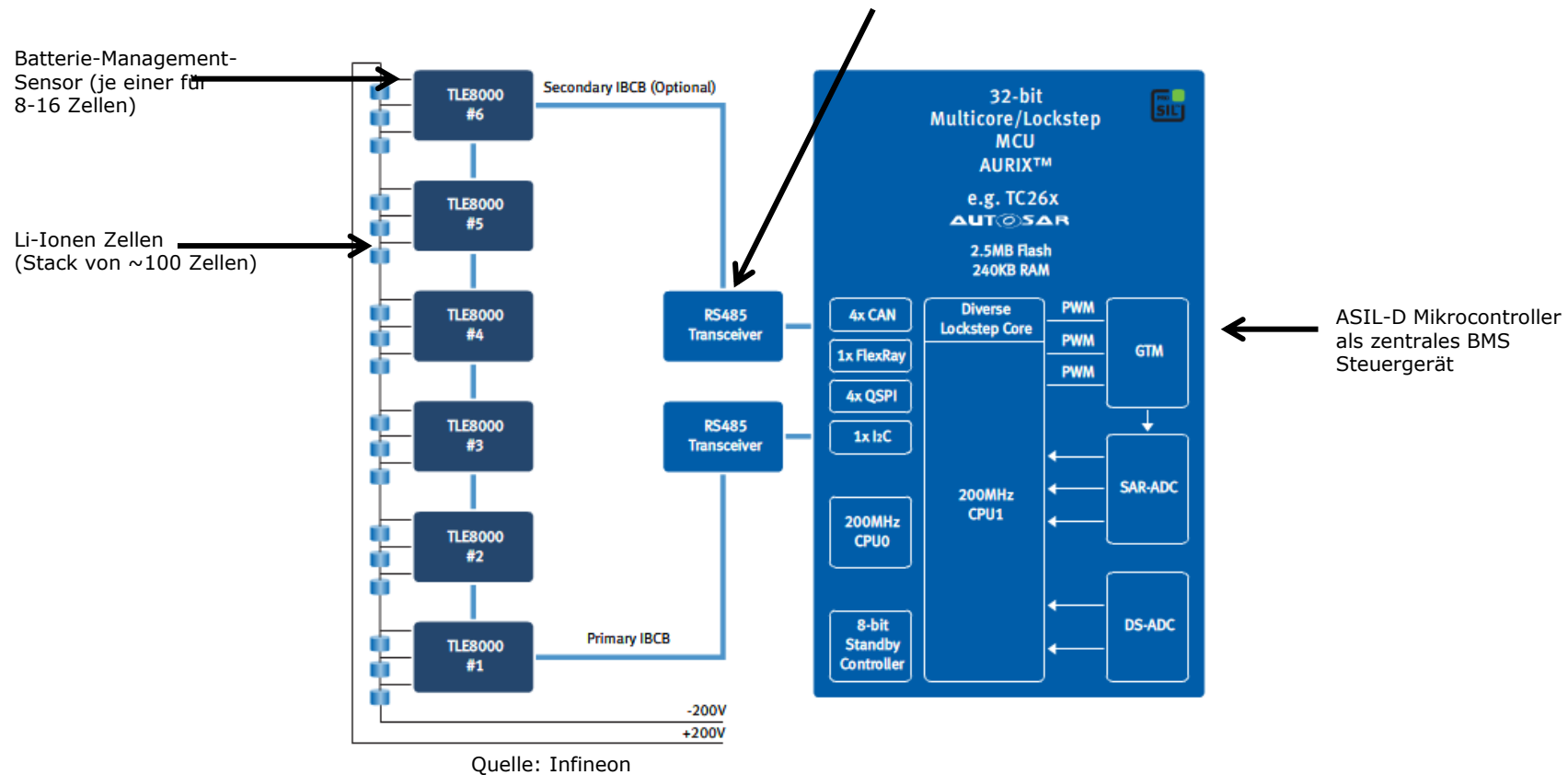


Quelle: Airenergy

Li-Ionen Batterie

Batterie-Management-System

- Zur Realisierung eines BMS werden Batterie-Management-Sensoren benötigt, die den Zustand jeder Zelle überwachen und aktiv oder passiv für Ladungsausgleich sorgen



- Hauptkomponenten Batterie-Management-Sensor
 - Analog-Digital-Wandler (ADC)
 - Hohe Geschwindigkeit der Wandlung ($\sim 100\mu\text{s}$)
 - Hohe Genauigkeit (mV-Bereich)
 - Hohe Spannungsfestigkeit, um mehrere Zellen überwachen zu können
 - 8-16 Kanäle
 - Zusätzliche Eingänge für Temperatursensoren
- Serielle Kommunikation, um Daten zum zentralen Mikrocontroller zu übertragen
- Interne Schaltungen für Ladungsausgleich

Li-Ionen Batterie

Batterie-Management-Sensor – Renesas R2A20027

- Bis 80 V spannungsfest
- Hohe Genauigkeit (+/-4 mV @25 °C)
- Hohe Samplerate (<100 µs/12 Zellen)
- Diagnosefunktionalität

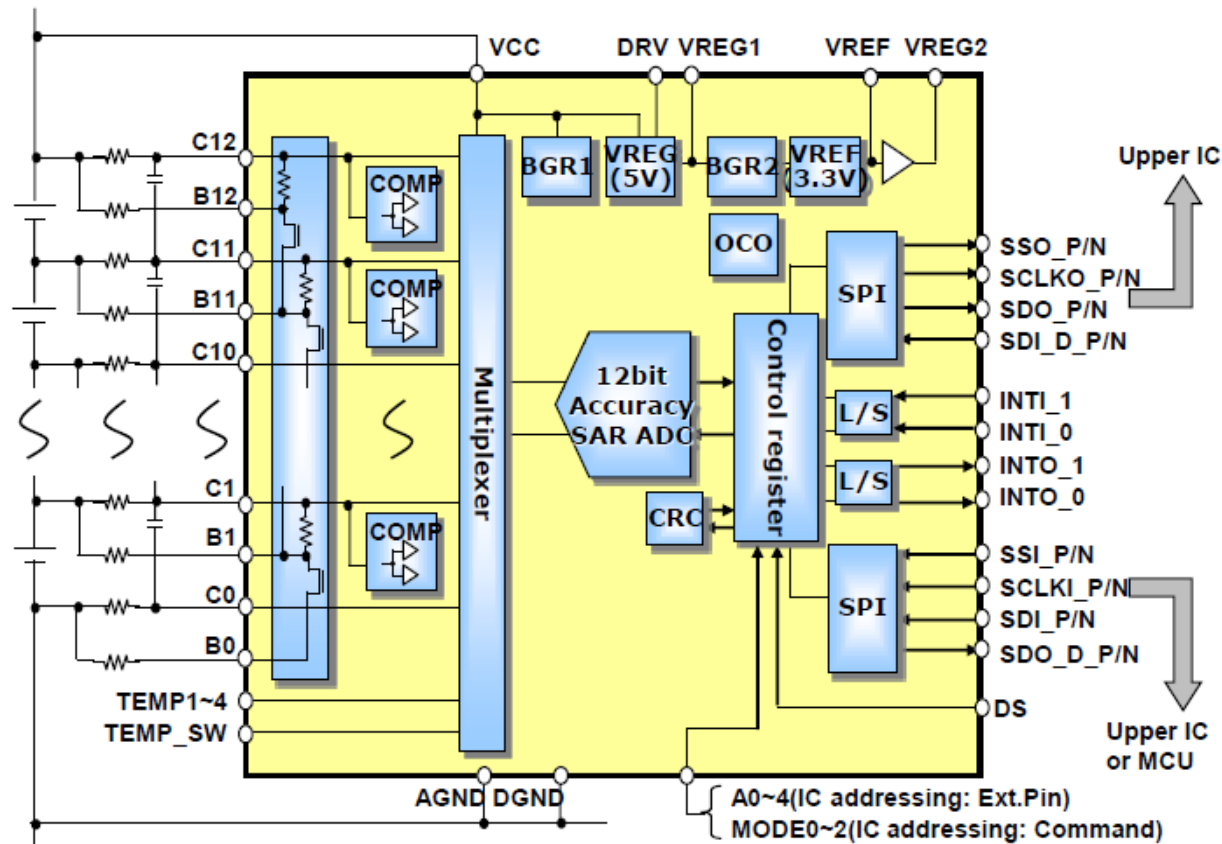
Parameter		Target Spec.
Monitoring cell number		6 to 12cells (VCC≥10V)
IC addressing		External pin or Command
Maximum stackable number		8ICs (IC addressing: External type) 16ICs (IC addressing: Command type)
Power supply voltage		10 to 60V (Max. rating voltage:80V)
Cell voltage range		0 to 5.0V (VCC≥10V)
Operating temperature range		-40 to 105degC
ADC		12bit accuracy SAR ADC
Series regulator		VREG1:5.0V typ. (for internal communication circuit) VREG2:3.3V typ. (for internal logic circuit)
Cell voltage measurement error		+/-4mv(25degC), +/-8mV (-40 to 105degC)
ADC conversion time		100us max./12 cells
Cell voltage measurement speed		5ms max./12cells (ADC+Communication)
Power consumption		1.8mA max. (ADC operating) * excluding communication current 10uA max. (Deep sleep mode)
Cell balancing	Method	Type-A: Not adjacent 6 cells can discharge Type-B: All adjacent 12cells can discharge Type-C: All adjacent 12cells can discharge
	Timer	Built-in OFF timer
Serial interface		Differential SPI (IC-IC: Current mode, MCU-IC: Voltage mode)
Clock frequency		1MHz max.
Interrupt output		2ch (CRC error, ADC completion, etc.)
Ext. temp. sensor (For thermistor)		1~4ch
Chip temp. sensor		1ch
Self diagnosis function		ADC write data verify Communication diagnosis (CRC, frame error)
Detection function for diagnosis		Initialization diagnosis ADC diagnosis Cell balance diagnosis (Cell balance SW monitor) Data register diagnosis (User test mode) Open-wire diagnosis OCO diagnosis (OCO CLK counter) Battery over-voltage/Under-voltage detection IC address diagnosis
Package		Cell balancing Type-A,B: 64pin LQFP Cell balancing Type-C: 80pin LQFP

Quelle: Renesas

Li-Ionen Batterie

Batterie-Management-Sensor – Renesas R2A20027 Blockdiagramm

- Zur Überwachung von 96 Zellen in Reihe (~400 V) sind 8 BMS notwendig

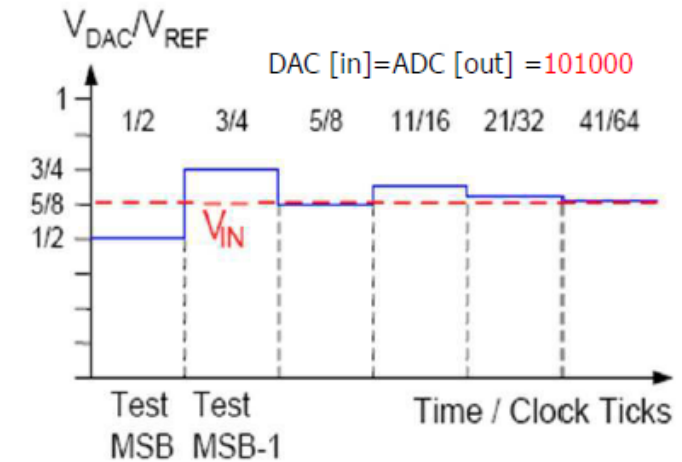
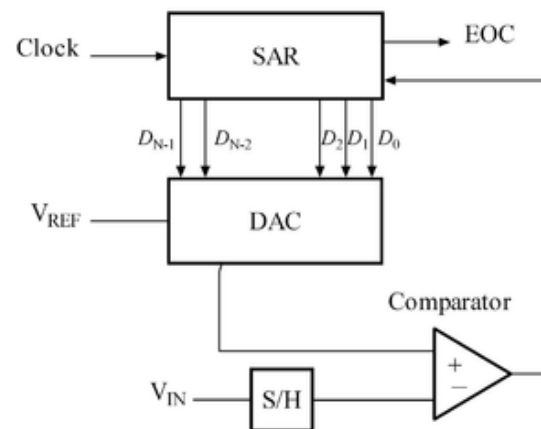


Quelle: Renesas

- Successive Approximation ADC (SAR)
- Analoges Eingangssignal wird solange mit Werten aus SAR Register verglichen, bis die Werte übereinstimmen
- 12-Bit Auflösung für jeden Kanal
- Bis zu 19 ADC Kanäle für 6-12 Batteriezellen, Temperatursensoren

, Spannungsregler

- Erkennung offene Leitung



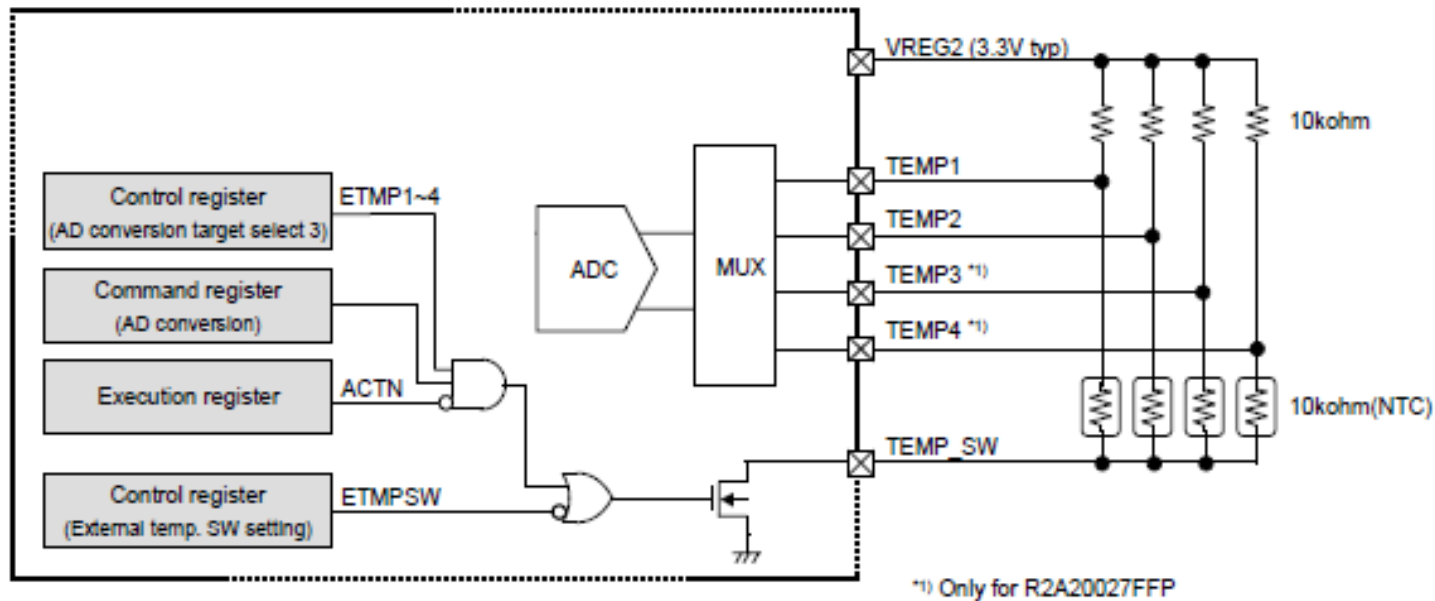
A 6-bit SAR ADC Example, $V_{IN} = 5/8 V_{REF}$

Quelle: Renesas

Li-Ionen Batterie

Batterie-Management-Sensor – Renesas R2A20027 Blockdiagramm

- Externe Temperatursensoren, z.B. NTC



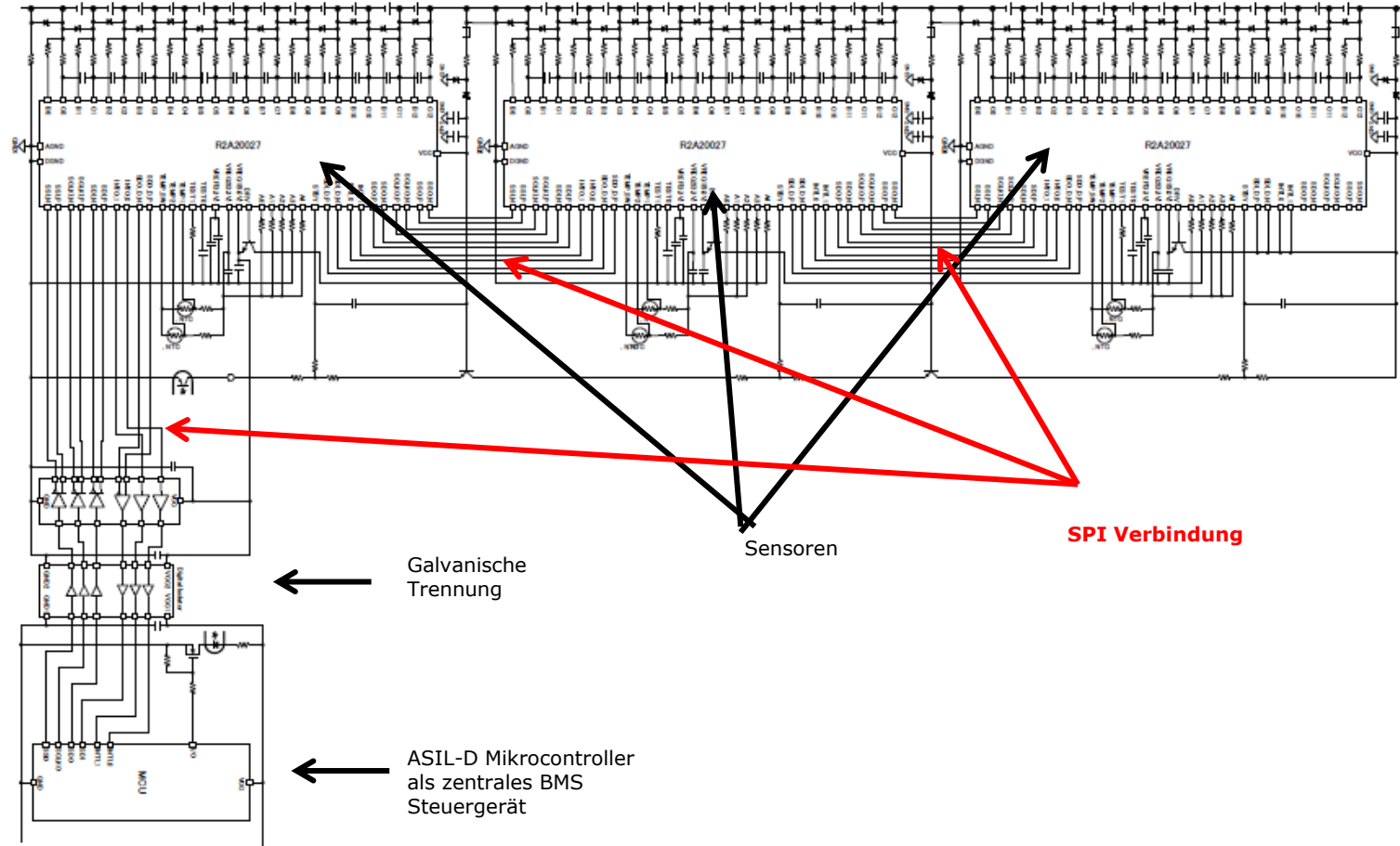
Quelle: Renesas

- Daten werden über digitalen Bus (Serial Peripheral Interface, SPI) in Daisy-Chain Konfiguration zum zentralen Mikrocontroller übertragen
- Sensoren sind untereinander in Kette verbunden (jeder Sensor nur mit Vorgänger und Nachfolger)
- Der letzte Sensor ist mit dem zentralen Mikrocontroller verbunden
- Mikrocontroller startet Kommunikation, die Daten werden von Sensor zu Sensor übertragen

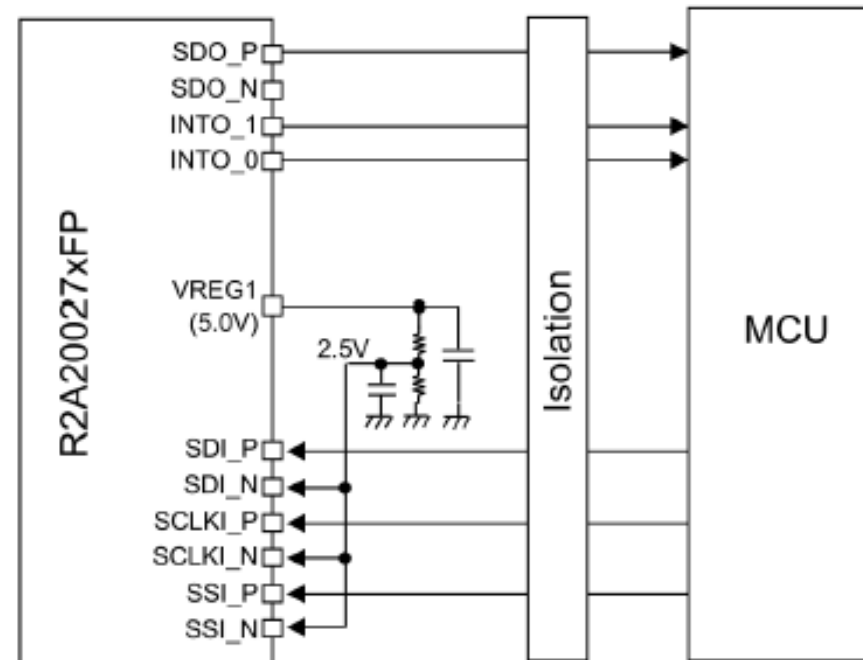


Li-Ionen Batterie

Batterie-Management-Sensor – Renesas R2A20027 Kommunikation



- Vorteile SPI Daisy-Chain Kommunikation
 - Nur eine Schnittstelle zum Mikrocontroller, die Isolation benötigt
 - Deterministischer Kommunikationspfad
 - Wenige Pins an Mikrocontroller
 - Kein aufwändiges Bussystem
 - Standard-Protokoll
- Nachteil
 - Zyklus-Zeit, um alle Sensor-Daten pro Messzyklus zu erhalten



FH Aachen
Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Prof. Dr. rer. nat. Felix Hüning
Eupener Straße 70
52066 Aachen
T +49 (0)241 6009 51979
F +49 (0)241 6009 52191
huening@fh-aachen.de
www.huening.fh-aachen.de