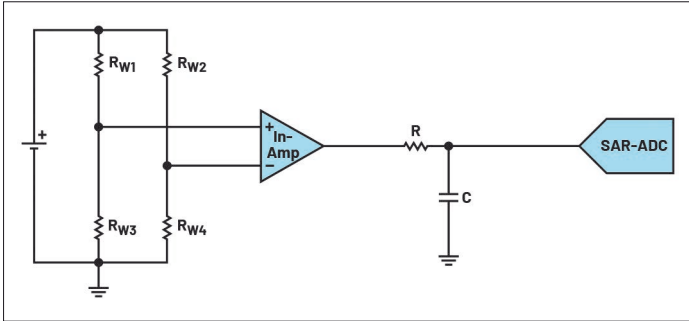


## Stromsparende Lösung für hochgenaue Messungen

Wie sich bei hochgenauen Messungen eine stromsparende Analog-Digital-Wandlung realisieren lässt



**Bild 1: Vereinfachte Darstellung einer Brückenschaltung in Verbindung mit einem Instrumentenverstärker und SAR-ADC**

Eine typische Applikation in der Elektrotechnik sieht vor, physikalische Größen durch Sensoren zu erfassen und anschließend zur Weiterverarbeitung an einen Mikrocontroller weiterzuleiten. Hierzu bedarf es der Konvertierung der analogen Sensor-Ausgangssignale in digitale Signale durch Analog-Digital-Wandler (ADC). In präzisen Anwendungen werden entweder SAR-Analog-Digital-Wandler (ADC) oder Sigma-Delta-ADCs eingesetzt.

### Signalwandlung mittels Sigma-Delta-ADC

Ein Sigma-Delta-ADC weist gegenüber SAR-ADCs gewisse Vorteile auf. So ist die Auflösung bei Sigma-Delta-Wandlern höher. Auch werden häufig programmierbare Verstärker (PGAs) und Universal-Input-Output (GPIO) mit integriert. Dies macht Sigma-Delta-ADCs speziell bei hochpräzisen Signal-konditionierungs- und Messanwendungen beliebter. Allerdings haben Sigma-Delta-ADCs aufgrund einer

hohen, festen Überabtastrate (engl. Oversampling Rate) oftmals einen größeren Stromverbrauch, der bei batteriebetriebenen Anwendungen zu einer Verkürzung der Lebensdauer der Anwendung führt.

Bei sehr kleinen Eingangsspannungen im Millivolt-Bereich muss diese Eingangsspannung zunächst verstärkt werden, damit der ADC besser damit arbeiten kann. Hierzu wird ein PGA als analoges Front-End (AFE) benötigt. Um eine Kleinspannung mit 10 mV Ausgangsspannung, beispielsweise aus einer Brückenschaltung, an einen Delta-Sigma-ADC mit 2,5 V Eingangsbereich anzuschließen, muss ein PGA eine Verstärkung von 250 haben. Dies führt jedoch zu einem zusätzlichen Rauschen am ADC-Eingang, da auch die Rauschspannung mit verstärkt wird. Die effektive Auflösung eines 24-Bit-Sigma-Delta-ADC reduziert sich dabei drastisch auf eine Genauigkeit von 12 Bit. Ein weiterer Nachteil von Sigma-Delta-ADCs sind die meist höheren Kosten aufgrund der internen Komplexität des ADCs.

### Die stromsparendere Lösung

ist ein SAR-ADC in Verbindung mit einem Instrumentenverstärker. Eine von der Genauigkeit vergleichbare, jedoch günstigere und stromsparendere Möglichkeit bietet die Verwendung eines SAR-ADCs in Verbindung mit einem Instrumentenverstärker (InAmp), wie in Bild 1 dargestellt. Die Funktionsweise von SAR-ADCs teilt sich in zwei Phasen, in die Datenerfassungs- und die Wandlungsphase. Während

der Datenerfassungsphase ist der Stromverbrauch sehr gering, wohingegen die Stromaufnahme während der Wandlungsphase des analogen Eingangssignale am höchsten ist. Dementsprechend ist der Stromverbrauch auch von der Wandlungsrate abhängig – je geringer die Wandlungsrate, desto geringer der Stromverbrauch. SAR-ADCs in Kombination mit einem stromsparenden Instrumentenverstärker benötigen beispielsweise bei einer Wandlungsrate von 1 kSPS einen Strom von ungefähr 100 µA. Im Vergleich benötigt ein Sigma-Delta-ADC mit PGA in etwa 300 µA Strom, was bei einer entsprechend geringen Abtastrate klare Vorteile für die SAR-ADC-InAmp-Kombination bietet.

Bei stromsparenden Applikationen für träge Messungen, d. h. Messungen, bei denen sich die Messgrößen nur langsam ändern (z. B. Temperaturmessung), sollte somit eine geringe Wandlungsrate verwendet werden, um die Stromaufnahme und damit die Verluste entsprechend gering zu halten. Bild 2 zeigt exemplarisch die Verluste des AD4003 von Analog Devices bei verschiedenen Abtastraten. Bei 1 kSPS beträgt die Verlustleistung ca. 10 µW, wohingegen sie bei 1 MSPS bereits auf 10 mW ansteigt.

### Genauigkeit

Was die effektive Genauigkeit der SAR-ADC-InAmp-Kombina-

tion angeht, ist hier der Verstärker der limitierende Faktor. Mit einem modernen, leistungsstarken und rauscharmen externen Instrumentenverstärker beträgt die effektive Genauigkeit 14 bis 16 Bit, was eine ähnliche bzw. bessere Genauigkeit als die Kombination aus 24 Bit-Sigma-Delta-ADC und PGA bietet. Wie bereits erwähnt beträgt hierbei die effektive Genauigkeit 12 Bit.

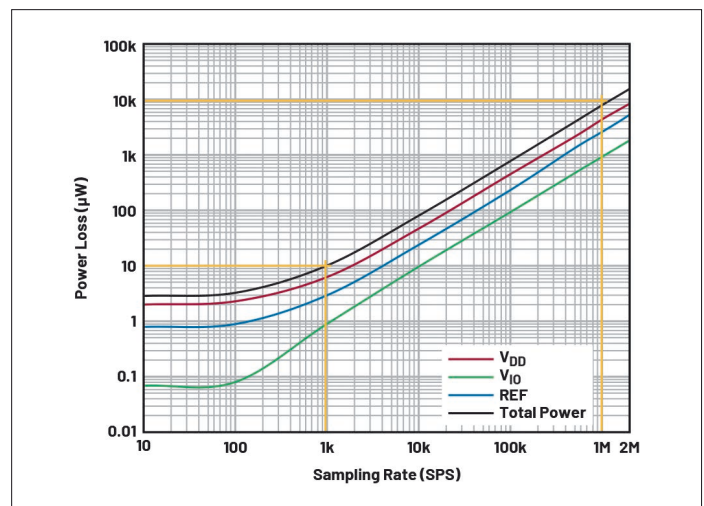
### Zusammenfassung

Zur Signalwandlung bei hochpräzisen Messungen eignen sich sowohl Sigma-Delta-ADCs in Verbindung mit vorgeschalteten PGAs, als auch SAR-ADCs mit Instrumentenverstärker. Beide Lösungen bieten eine ähnlich hohe Genauigkeit. Für stromsparende oder batteriebetriebene Messanwendungen eignet sich jedoch die Kombination aus SAR-ADC und Instrumentenverstärker mehr, da diese einen reduzierten Stromverbrauch und geringeren Kosten gegenüber der Lösung mit PGA und Sigma-Delta-ADC bietet.

Ferner schränkt ein PGA mit hoher Verstärkung häufig dessen Performance ein, da auch das Rauschen mit verstärkt wird. Die bessere Wahl bei Messanwendungen mit hohen Genauigkeitsanforderungen ist daher ein stromsparender, rauscharmer, hochpräziser Instrumentenverstärker in Verbindung mit einem SAR-ADC. ◀



Autor:  
Thomas Brand,  
Field Application Engineers  
Analog Devices Inc.  
www.analog.com



**Bild 2: Verlustleistung des AD4003 in Abhängigkeit der Abtastrate**