



Voll automatisierter Selbsttest und Abgleich für Hardware in the Loop (HIL)-Testsystem

Dr.-Ing. Kristian Trenkel
21.06.2018 – Embedded Testing 2018

Agenda

- Einführung
- Hardware-in-the-Loop-Testsysteme – ein Überblick
- Anforderungen der funktionalen Sicherheit an Testsysteme (Beispiel ISO26262)
- Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme
- Voll automatisierte Kalibrierung und Abgleich für HIL-Testsysteme
- Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse
- Zusammenfassung



Einführung

- Steigende Anzahl sicherheitskritischer Funktionen
- Steigende Anforderungen an Testsysteme
- Vorgaben durch Normen – z. B. ISO 26262
- Verlässlichkeit der Testsysteme ist wichtig



Einführung

- Genauigkeit der Messungen und Vorgaben sind kritisch für reproduzierbare Tests von sicherheitskritischen Funktionen
- Beispielsweise Abschaltsschwellen bei bestimmten analogen Werten (z. B. Sensoren)
 - Testsystem muss ein verlässliches Messmittel und eine verlässliche Signalquelle sein
 - Kalibrierung?



Einführung

Kalibrierung:

- ... bedeutet den Vergleich des Messmittels mit einem Normal. Damit kann die Messunsicherheit bestimmt werden und es wird geprüft, ob das Messmittel innerhalb seiner angegebenen Messunsicherheit arbeitet.

Abgleich:

- ... bedeutet die Änderungen der Einstellungen des Messmittels dahin gehend, dass es die angegebene Messunsicherheit wieder einhält.

➔ Lassen sich HIL-Testsysteme kalibrieren bzw. abgleichen?



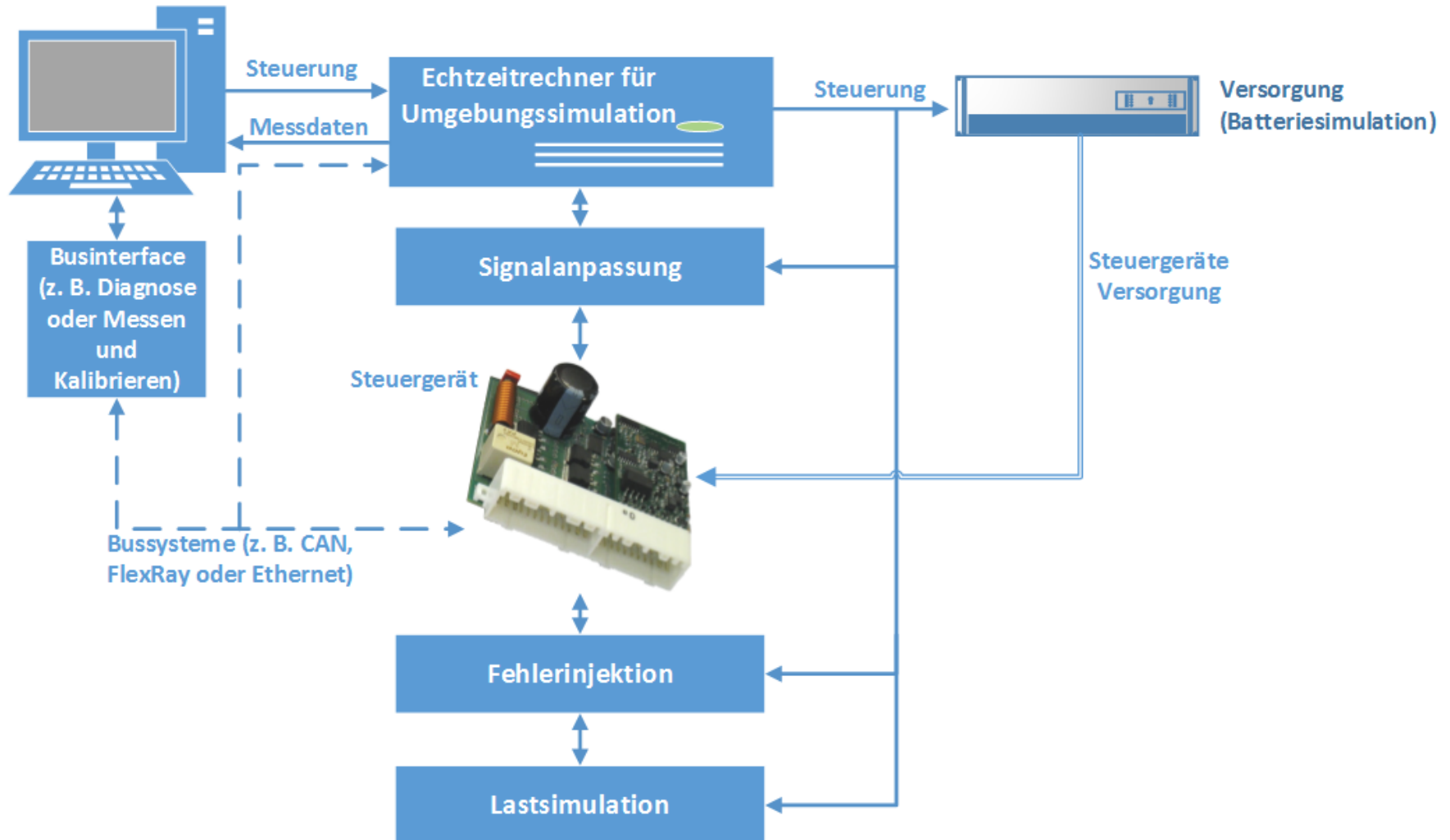
Agenda

- Einführung
- Hardware-in-the-Loop-Testsysteme – ein Überblick
- Anforderungen der funktionalen Sicherheit an Testsysteme (Beispiel ISO26262)
- Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme
- Voll automatisierte Kalibrierung und Abgleich für HIL-Testsysteme
- Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse
- Zusammenfassung



Hardware-in-the-Loop-Testsysteme – ein Überblick

Aufbau



Hardware-in-the-Loop-Testsysteme – ein Überblick

HIL-Testsystem – Aufbau

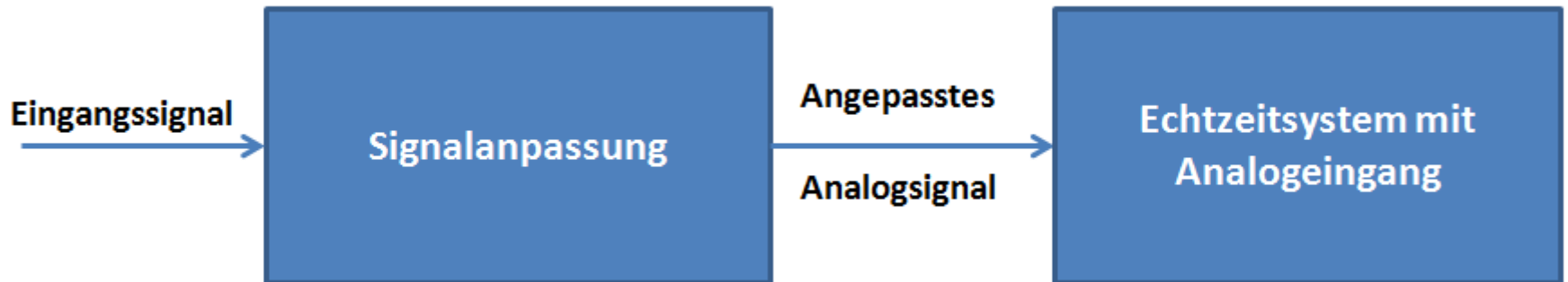


- Signalkonditionierung und Fehlerinjektion
- Lastsimulation
- Break Out Module
- Connection Module
- Echtzeitrechner – dSPACE
- Versorgung bzw. „Konstanter“



Hardware-in-the-Loop-Testsysteme – ein Überblick

Aufbau – Analoger Eingang



Agenda

- Einführung
- Hardware-in-the-Loop-Testsysteme – ein Überblick
- Anforderungen der funktionalen Sicherheit an Testsysteme (Beispiel ISO26262)
- Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme
- Voll automatisierte Kalibrierung und Abgleich für HIL-Testsysteme
- Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse
- Zusammenfassung



Anforderungen der funktionalen Sicherheit an Testsysteme

- ISO 26262 Teil 4 Punkt 8.4.1.5:

„The test equipment shall be subject to the control of a monitoring quality system.“

- ➔ weitreichende Interpretationen möglich
- ➔ praktische Umsetzung?



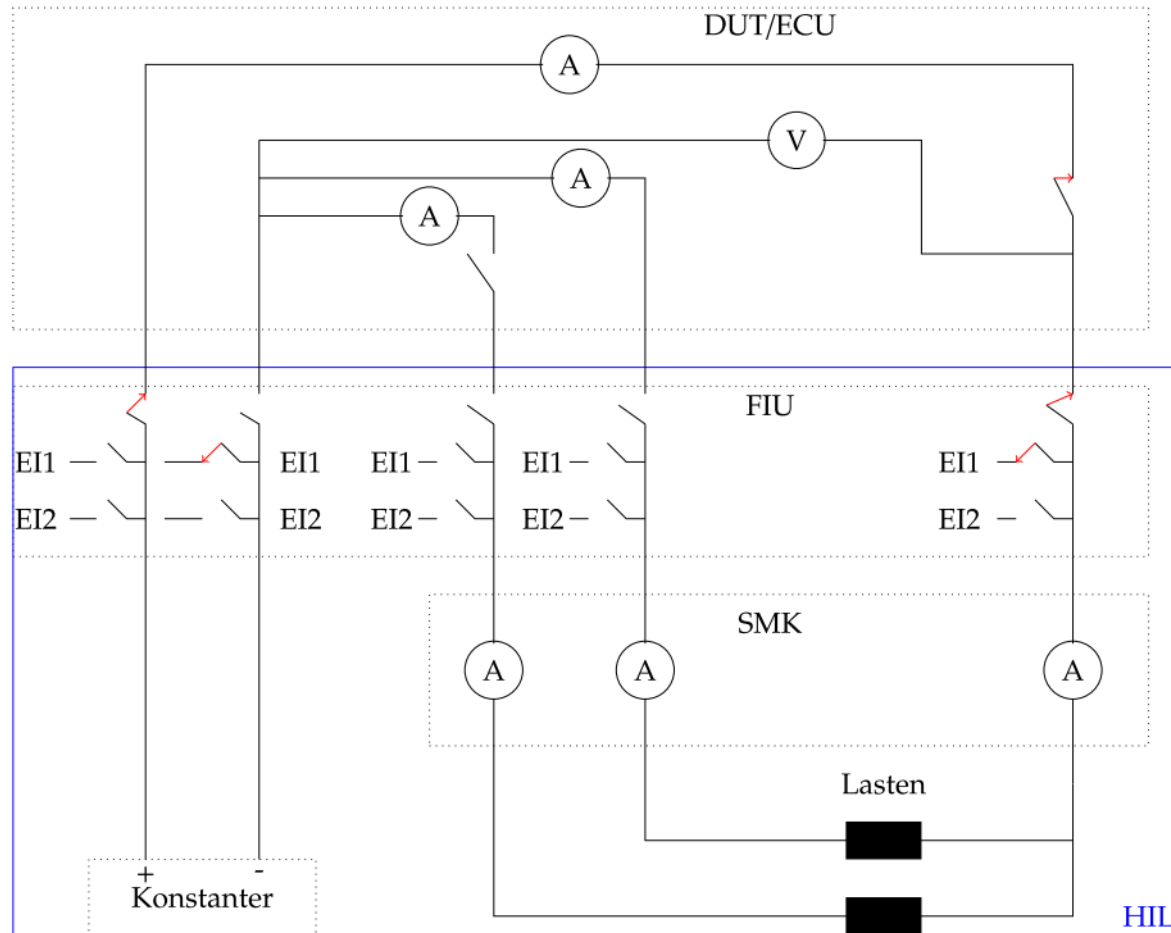
Agenda

- Einführung
- Hardware-in-the-Loop-Testsysteme – ein Überblick
- Anforderungen der funktionalen Sicherheit an Testsysteme (Beispiel ISO26262)
- Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme
- Voll automatisierte Kalibrierung und Abgleich für HIL-Testsysteme
- Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse
- Zusammenfassung



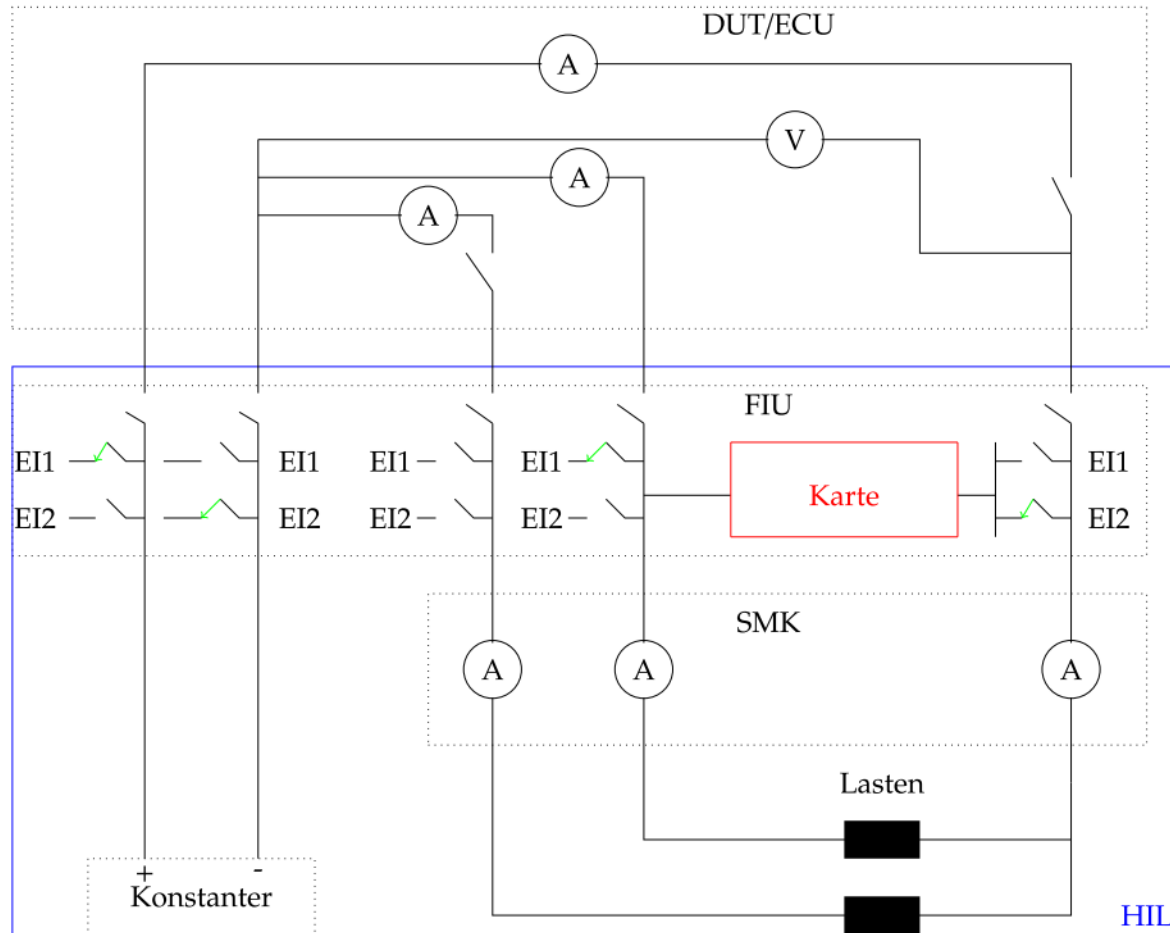
Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme

Systemaufbau ohne Selbsttest



Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme

Systemaufbau mit Selbsttest



Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme

Eigenschaften der iSystemReferenceCard

- Hochgenaue Strommessung (0,1 μ A...37,5A)
 - Hochgenaue Spannungsmessung bis 36V
 - Hochgenaue Spannungsreferenz
 - Steuerbar über CAN-Bus
 - Eigendiagnosefähig
- ➔ Test alle Analog- und Digital IOs



Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme

iSystemReferenceCard



Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme

Vorteile und Grenzen

Vorteile:

- Kein separates Modell für Selbsttest → einfach in HILs integrierbar
- DUT bleibt während des Tests mit HIL verbunden
- Unabhängigkeit vom Echtzeitsystem

Grenzen:

- Alle zu prüfenden Signale müssen per FIU erreichbar sein
- Doppelfehler werden ausgeschlossen
- Ausdrücklich handelt es sich um einen Selbsttest, keine Kalibrierung



Agenda

- Einführung
- Hardware-in-the-Loop-Testsysteme – ein Überblick
- Anforderungen der funktionalen Sicherheit an Testsysteme (Beispiel ISO26262)
- Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme
- Voll automatisierte Kalibrierung und Abgleich für HIL-Testsysteme
- Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse
- Zusammenfassung



Voll automatisierte Kalibrierung und Abgleich

Vom Selbsttest zur Kalibrierung

Was muss kalibriert werden?

- Alle (qualitätsrelevanten) Messungen
 - Hauptsächlich die analogen Ein- und Ausgänge

Ergebnisse des Selbsttests:

- Prüfung aller Ein- und Ausgänge des HIL-Systems
- Vergleich der Analog-Werte des HIL-Systems mit Vorgaben bzw. Messungen der iSystemReferenceCard

Was Fehlt für die Kalibrierung?

- Kalibrierte Referenz → Vergleichsnorm



Voll automatisierte Kalibrierung und Abgleich

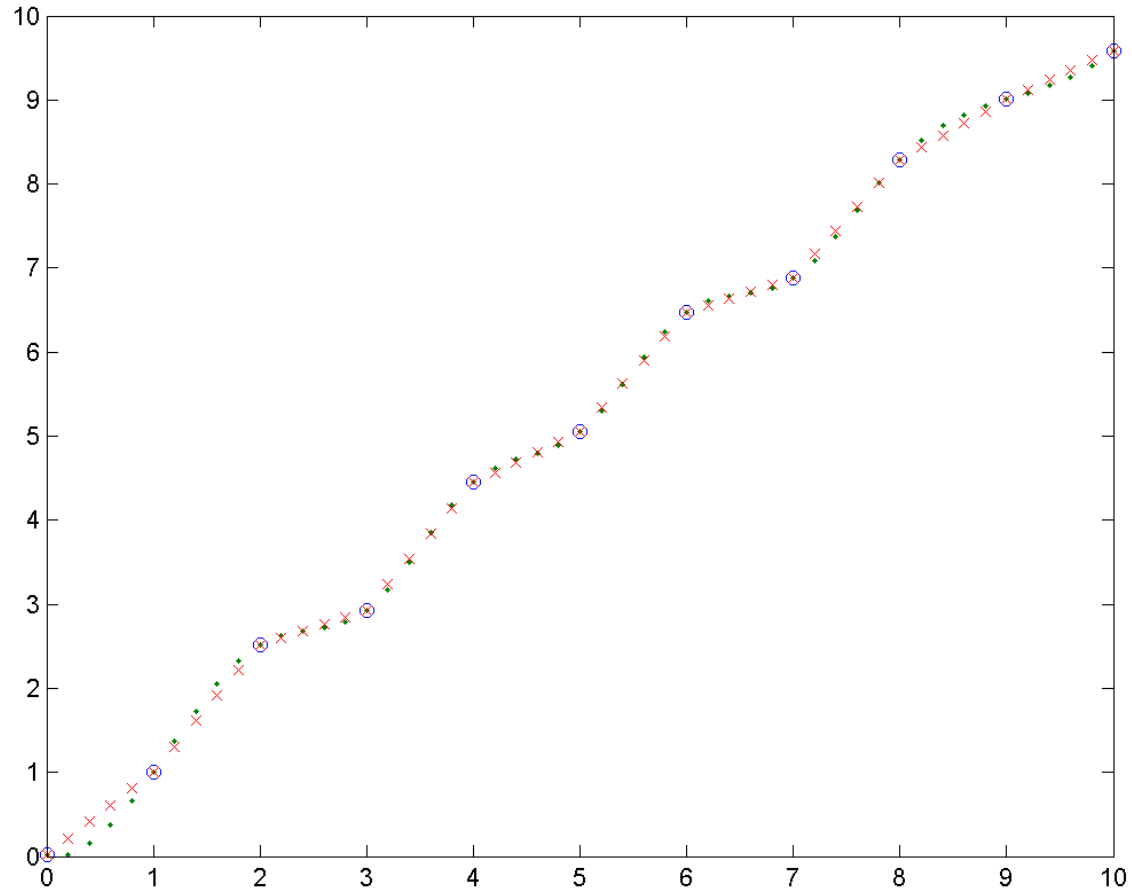
Kalibrierung und Abgleich

- Kalibrierung der iSystemReferenceCard in akkreditieren Kalibrierlabor
- Einsatz der iSystemReferenceCard als Referenz
- Automatisierte Prüfung der analogen Ein- und Ausgänge an verschiedenen Punkten der Kennlinie
- Korrektur der Abweichen (falls nötig) → Abgleich (voll automatisch)
- Steuerung des Ablaufes über Echtzeitmodell und Test-Skript



Voll automatisierte Kalibrierung und Abgleich

Analoge Kennlinie



Agenda

- Einführung
- Hardware-in-the-Loop-Testsysteme – ein Überblick
- Anforderungen der funktionalen Sicherheit an Testsysteme (Beispiel ISO26262)
- Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme
- Voll automatisierte Kalibrierung und Abgleich für HIL-Testsysteme
- Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse
- Zusammenfassung



Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse

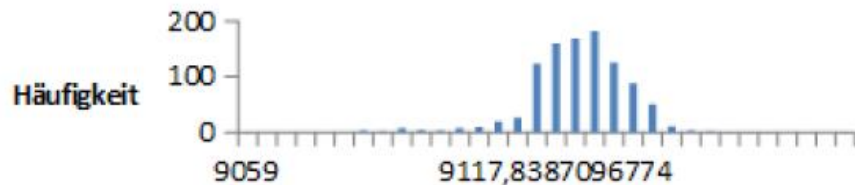
Vergleichsmessungen

Messung TMM	± Restwelligkeit	ØMessung INA226	Abweichung in %
1,048 A	0,004 A	1,043 A	0,477
3,005 A	0,004 A	2,996 A	0,366
3,707 A	0,004 A	3,696 A	0,297

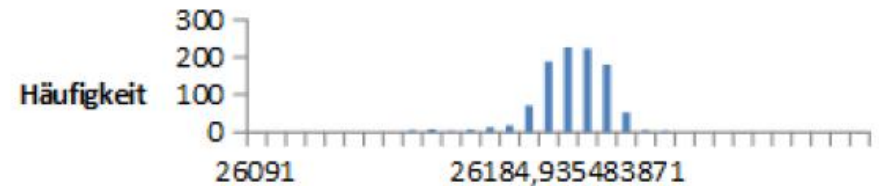


Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse

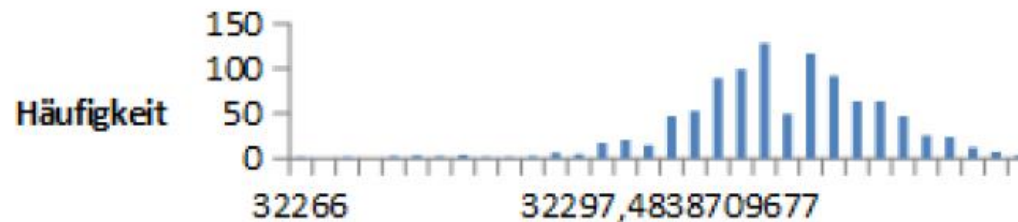
Streuung der Messwerte



(a) Histogramm der Messung bei 1.0 A



(b) Histogramm der Messung bei 3.0 A

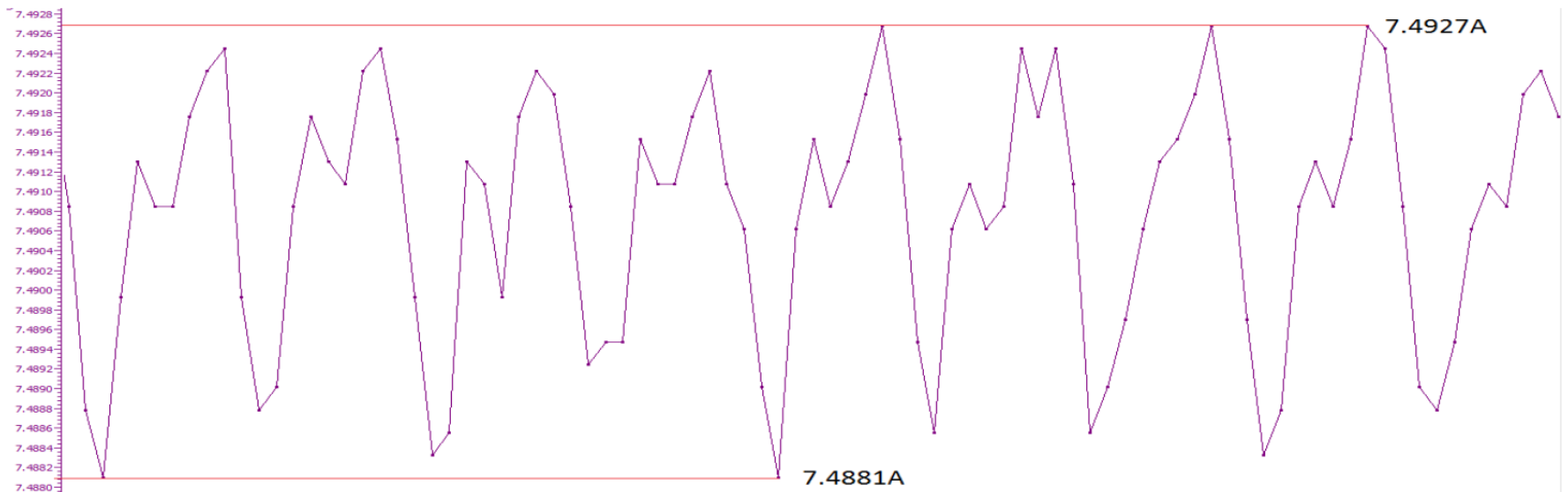


(c) Histogramm der Messung bei 3.7 A

Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse

Vergleich mit Referenz

- Sollstrom 7,490A

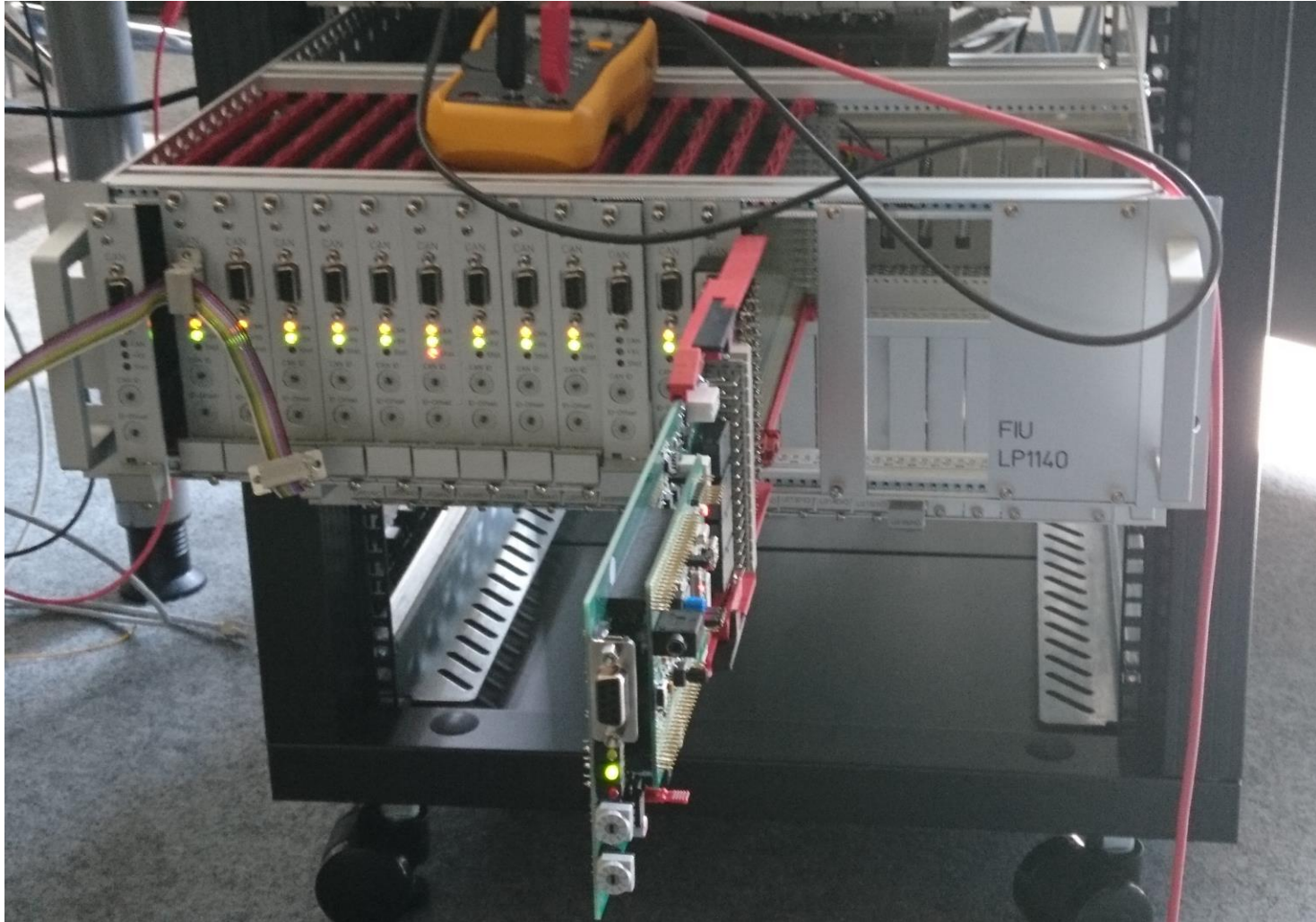


➔ Welligkeit der Quelle in Messung erkennbar



Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse

Automatische Inbetriebnahme, Kalibrierung und Abgleich



Agenda

- Einführung
- Hardware-in-the-Loop-Testsysteme – ein Überblick
- Anforderungen der funktionalen Sicherheit an Testsysteme (Beispiel ISO26262)
- Voll automatisierter Selbsttest für HIL-Testsysteme
- Voll automatisierte Kalibrierung und Abgleich für HIL-Testsysteme
- Beispielanwendung und erreichte Ergebnisse
- Zusammenfassung



Zusammenfassung

- System für den voll automatischen Selbsttest von HIL-Testsystemen
- Integration in bestehende Systeme möglich
- Geringer Mehraufwand (8 - 12% Aufpreis)
- Möglichkeit zur automatisierten Kalibrierung und zum automatisierten Abgleich
- Massive Steigerung der Verlässlichkeit der Testsysteme bei geringem Mehraufwand (Zeit und Geld)





Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!

Fragen oder Anregungen?

Kristian.Trenkel@isyst.de