



© Parrilov - stock.adobe.com

Schärfer sehen und genauer messen

Der neue VDA-Band 5.3 – Eignung von optischen Sensoren und Bildverarbeitungssystemen

Innerhalb der Automobilindustrie spielen die VDA-Bände der Reihe 5 eine außerordentliche Rolle im Bereich des Qualitätsmanagements. Nachdem der VDA-Mutterband 5 die allgemeinen Konzepte der risikobasierten Eignungsprüfung für Mess- und Prüfprozesse beschrieben hat, haben sich daraus mehrere spezialisierte Bände entwickelt. Der neue VDA-Band 5.3 bietet Hilfestellung für die Besonderheiten von optischen Sensoren und Bildverarbeitungssystemen.

Thorsten Beuth

VDA-Band 5.1 behandelt rückgeführte Inline-Messtechnik und VDA-Band 5.2 die Prüfprozesseignung von Weiterdrehmomenten. Der neue VDA-Band 5.3 beschäftigt sich nun mit den Besonderheiten von optischen Sensoren und Bildverarbeitungssystemen. Warum? Optische Sensoren spielen eine immer größere

Rolle in der Produktion, da Sie nicht nur sehr akkurat messen können, sondern auch als Kamera häufig Basis für bildgebende Verfahren sind, auf denen viele attributive Entscheidungsprozesse basieren. Neuheiten innerhalb dieses Bands sind deshalb Herangehensweisen, die den Umgang mit attributiven Prüfsystemen (z.B. bei KI-ba-

sierten Modellen) konkretisieren, sowie aufwand- und kostensenkende Maßnahmen zur Erstellung von (teil-)synthetischen Referenzen mittels Rendering oder Bildmanipulation. Für messende Systeme wurde eine erweiterte Betrachtung der Unsicherheitsfaktoren im Ishikawa-Diagramm ergänzt. >>>

Separation von Hardware und Software

Viele Neuerungen basieren auf einer Annahmeänderung gegenüber VDA-Band 5. Das „optische Messgerät“ wurde im neuen VDA-Band 5.3 in „Optik + Sensor“ sowie „Bildverarbeitung“ aufgeteilt. Die Idee dahinter ist: Eine Einzelbetrachtung bringt Vorteile, da die Bildverarbeitung als Algorithmus (messend oder auch attributiv) deutlich einfacher austausch- und überprüfbar ist als die Hardware. In diesem Sinne, ermöglicht es der Band nun, einen Input vor der Bildverarbeitung zu setzen und hier entsprechende Modifikationen zu ermöglichen. Dies hat deutliche Erleichterungen bei der Herstellung von Referenzprüflosen zur Folge:

- Bei einer Änderung der Software kann die Hardware als bereits geeignet betrachtet werden und nur der Unterschied in der Bildverarbeitung muss neu überprüft werden.
- Das Bildmaterial kann auch künstlich mittels CAD oder Simulation erzeugt werden.
- Das Bildmaterial kann synthetisch geändert werden: So können Manipulationen von Größe, Hintergrund, Position, Ausleuchtung, Farbkompositionen oder ähnliches genutzt werden, um Variabilität in den Referenzen zu erzeugen
- Das Bildmaterial kann gespeichert werden und bei Bedarf wieder geladen werden. Eine aufwendige Neumessung kann vermieden werden.

INFORMATION & SERVICE

QUELLE

VDA Band 5.3 – Eignung von optischen Sensoren und Bildverarbeitungssystemen.

1. Auflage, Dezember 2024

AUTOR

Dr.-Ing. Thorsten Beuth arbeitet als Senior Expert für LiDAR-Technologie und optischer Messtechnik bei Valeo, wo er seit 2016 beschäftigt ist. Seit 2022 ist er der Entwicklungsqualität zugeordnet und übernahm 2023 die Mitleitung der VDA-Band 5.3 Projektgruppe.

KONTAKT

thorsten.beuth@valeo.com

VDA Band 5.3 – Expertengruppe und Entstehung

Die Expertengruppe zur Erarbeitung dieses Bands innerhalb des VDA wurde Mitte 2022 gegründet und setzte sich zusammen aus Experten von Automobilherstellern, Zulieferern und Wissenschaftlern der RWTH Aachen. Die Experten kamen aus zwei unterschiedlichen Gebieten: Den Hauptteil stellen Prozessexperten der Eignungsprüfung (etwa ein Viertel war spezialisiert auf optische Sensoren). Dies sollte den Praxisbezug

sicherstellen.

der VDA-Band 5.3 wurde im Dezember 2024 in deutscher und englischer Sprache veröffentlicht. Gegen Ende des Jahres 2025 ist geplant, Praxisbeispiele zu veröffentlichen. Die gemeinsame Arbeit wurde entsprechend der gültigen VDA-Compliance-Regeln und den Compliance-Regeln der einzelnen Unternehmen durchgeführt.

Mit diesen Schritten soll die Eignungsprüfung insgesamt realitätsnäher und ökonomischer werden.

Prüfprozessmanagement

Im Bereich des Prüfprozessmanagements wurden zwei neue Kompetenzen (Industrielle Bildverarbeitung; Eignungsnachweis attributiv prüfender optischer Systeme) und eine neue Rolle (Prüfsystementwickler) hinzugefügt.

Derschematische Ablauf einer Prüfprozessplanung wurde entsprechend der Besonderheiten für messende und attributive optische Systeme angepasst und die Rollen den entsprechenden Entwicklungsphasen klar zugeordnet. Hierbei wurde versucht ein semantisches Überlappen der beiden Zweige zur Planungsphase, Freigabephase und Überwachungsphase herzustellen.

Messende Systeme

Für messende optische Systeme werden die typischen Unsicherheitskomponenten bestimmt und erklärt. Typische Faktoren sind hier zum Beispiel das Temperaturverhalten, Störlicht und Linearität. Viele optische Systeme sind nichtlinear und müssen durch ein mathematisches Modell linearisiert werden. Dies wird nun mit einer abschnittswise Linearisierung erlaubt, zum Beispiel bei unterschiedlichen Bereichen in einem Kamerabild.

Attributive Systeme

Für die Eignungsprüfung von attributiven Systemen wird ein Modell bestehend aus fünf Phasen eingeführt:

- **Vorbereitung:** Zur Erzeugung einer Risikoanalyse sowie Freigabekriterien samt Definition der Referenzprüflose

- **Vorläufige Freigabe:** Mittels Überprüfung durch die Referenzprüflose kann hier die Erfüllung der Anforderung gezeigt werden.

- **Verifizierung der Anforderung:** Das System wird hier mit der Serienfertigung konfrontiert, um Varianzen aus der Realität abzubilden und ggf. die Merkmalspezifikationen zu verfeinern.

- **Finale Freigabe:** Das System ist freigegeben und nachweislich geeignet stabile, gesicherte Prüfentscheidungen unter Serienproduktion zu liefern.

- **Kontinuierliche Überwachung:** Eine regelmäßige Überprüfung mit Fehlersimulationsteilen soll gewährleistet werden. Die Häufigkeit wird dabei durch die Risikoklasse definiert.

Eine weitere, optionale Phase mit einer **Machbarkeitsanalyse** kann bei besonders innovativen Messsystemen vor diesen fünf Phasen durchgeführt werden, um erste Abschätzungen zu Risiken und Unsicherheitsfaktoren zu ermöglichen.

Die Anforderungen an die Freigabekriterien orientieren sich an der Risikoanalyse. Ab der mittleren Risikoklasse sind dazu statistische Nachweise notwendig. Da die Attribute sehr unterschiedlich sein können, erlaubt der VDA-Band 5.3 vier unterschiedliche Verfahren: *Fleiss-Kappa*, *Hypothesentest*, *Analyse der Trennschärfe* und *Analyse der Merkmalsverteilung*. Ihre Anwendung werden samt Vor- und Nachteilen beschrieben.

Kombinierte Systeme

Viele Prüfsysteme setzen sich aus einer Kombination von Prüfungen zusammen. Der VDA-Band 5.3 unterscheidet hier zwi-

schen *sequenziellen Systemen*, deren Ergebnisse voneinander abhängig sind, *parallelen Systemen*, welche unabhängig voneinander laufen, und *verschränkten Systemen*, deren Wirkmechanismus man nicht genau kennt. Der Band zeigt anhand von Beispielen wie die Kombination dieser Systeme Auswirkungen auf die Berechnung des Schlupfs respektive der *Fehler erster und zweiter Art* hat.

Optische Sensoren im Fahrzeug

Der Eignungsnachweis für Sensoren im Fahrzeug erfordert, dass die Sensoren selbst im eingebauten Zustand innerhalb ihres Spezifikationsraums arbeiten. Optische Materialien, Temperaturen und lockere Halterungen können die Eigenschaften von schon als in Ordnung geprüften Sensoren insoweit verändern, dass diese aus dem erlaubten Spezifikationsraum fallen.

In diesem Kapitel wird anhand des Beispiels einer Frontkamera erklärt, welche Auswirkungen verschiedene Faktoren haben können und in wie weit gegengesteuert werden kann. Dabei wird explizit unterschieden zwischen *vor Verbau*, *nach Verbau*

VDA 5.3 – Aufbau und Struktur

Im Wesentlichen folgt der VDA-Band 5.3 der Struktur des Mutterbands:

- **Kapitel 1** Auflistung der genutzten Referenzen
- **Kapitel 2** definiert den Nutzen und Anwendungsbereich des Bands
- **Kapitel 3** Glossar mit Klarstellung der Begriffsdefinition
- **Kapitel 4** Ergänzungen des Prüfprozessmanagements
- **Kapitel 5** Eignungsnachweise für messende Systeme
- **Kapitel 6** attributive Systeme
- **Kapitel 7** beliebig kombinierte Systeme
- **Kapitel 8** versucht die Eignungsprüfung aus der Produktion in das Fahrzeug im Feld zu interpretieren.

und *im Feldeinsatz* um realitätsnahe Methoden zu separieren. So wandert die Prüfung zum Beispiel von einer *Prüfung mittels externem Prüfmittel vor Verbau* zu einer *Plausibilitätsprüfung im Feldeinsatz*.

Fazit

Der VDA-Band 5.3 bringt eine Konkretisierung und Weiterentwicklung der Methoden des VDA-Band 5 zur Eignungsprüfung speziell für optische Sensoren und Bildverarbeitungssysteme. Ein besonderes Augen-

merk wird dabei auf die Einführung eines Prozesses für die Eignungsbestimmung von attributiven Prozessen gerichtet, die im Zuge von künstlicher Intelligenz immer mehr beansprucht wird.

Auf messender Seite sind vor allem die Unsicherheitskomponenten speziell für den optischen Anwendungsfall benannt worden, was eine große Hilfestellung für den Endanwender ist. In 2025 werden die theoretischen Grundlagen des Bands noch mit Praxisbeispielen veranschaulicht. ■