

Das Steuerungsinstrument für szenarienbasierte Validierung von Software- definierten Fahrzeugen (SDV)

VIRTO und one:cx

Datum: April 29, 2026
Autoren: IPG Automotive / tracetronic



Inhaltsverzeichnis

1	Die Herausforderung: Strukturelle Grenzen bei der SDV-Validierung	3
2	Die Lösung: Szenarienbasierte Validierung	4
3	Die Architektur: Datenlogik trifft auf Testlogik	5
	3.1 VIRTO: Die semantische Grundlage	5
	3.2 one:cx: Die Steuerungs- und Orchestrierungsebene	6
4	Die Anwendung: Eckpunkte und typische Workflows	7
	4.1 Differenzierung zu klassischen Toolketten	7
	4.2 Typische Workflows aus Nutzersicht	7
	4.2.1 Einspeisen von Simulationsdaten	7
	4.2.2 Kampagnenplanung und -durchführung	8
	4.2.3 Analyse und Feedback	8
5	Fazit: Validierung als strategischer Erfolgsfaktor	9
6	Über die Unternehmen	10
	6.1 IPG Automotive	10
	6.2 tracetronic	10

1 Die Herausforderung: Strukturelle Grenzen bei der SDV-Validierung

In der Entwicklung von Software-definierten Fahrzeugen wird eines immer deutlicher: Validierung wird zum Engpass. Das liegt nicht an der Qualität einzelner Werkzeuge – im Gegenteil. Vielmehr ist die Validierungslandschaft historisch gewachsen, werkzeugzentriert und fragmentiert, so dass ein bereichsübergreifendes koordiniertes Zusammenwirken fehlt. Ein strukturelles Problem, das immer größer wird.

Typische Herausforderungen in der Branche sind:

- Szenarien werden für jede Teststufe neu definiert.
- Fahrzeug- und Simulationsdaten liegen isoliert in unterschiedlichen Systemen vor.
- Jede Abteilung plant und steuert ihre Testumfänge eigenständig.
- Testergebnisse aus Simulation, Prüfstand und Testfahrt lassen sich schwer vergleichen.
- Die Wiederverwendbarkeit von Tests über Teststufen und Testdomänen hinweg ist begrenzt.
- Die Rückverfolgbarkeit ist durch eine dezentrale Auswertung von Testergebnissen und Testabdeckung stark eingeschränkt.
- Aufgrund manueller Recherchen fehlt den Projektverantwortlichen oft die Möglichkeit zur gezielten Teststeuerung.

Die hierbei wesentliche Frage "Wo stehen wir eigentlich?" lässt sich aufgrund dieser Gegebenheiten meist nicht zufriedenstellend beantworten.

Mit SDVs verschärft sich diese Situation: ADAS-Fahrfunktionen werden komplexer, Testumfänge steigen exponentiell und regelmäßige Over-the-air-Updates (OTA) sind mittlerweile Standard. Die eigentliche Herausforderung liegt dabei nicht in der Testausführung, sondern in der übergreifenden Koordination, Konsistenz und Nachvollziehbarkeit über sämtliche Teststufen hinweg – von MIL, SIL, HIL, VIL bis zum Fahrzeug.

2 Die Lösung: Szenarienbasierte Validierung

Genau hier setzen wir mit einer neuen Sichtweise an: weg von teststufenspezifischen Betrachtungen einzelner Funktionen, hin zu wiederverwendbaren Szenarien als durchgängige Referenz über alle Teststufen hinweg – gesteuert durch eine zentrale Kommandobrücke, die vorhandene Werkzeuge, Dienste und Prozesse koordiniert und jederzeit für alle Beteiligten Transparenz über den Gesamtstatus schafft.

Szenarien beschreiben das erwartete Systemverhalten unabhängig von der konkreten Ausführungsumgebung. Für die praktische Umsetzung gelten klare Regeln: In einer szenarienbasierten Validierung werden Szenarien nicht nur als Testinput verstanden, sondern als zentrale Validierungsobjekte mit klarer Versionierung, Qualitätssicherung und Wiederverwendung über alle Bereiche des Testens hinweg.

Die szenarienbasierte Validierung basiert auf zwei zentralen Komponenten:

- **Einer semantischen Basis** als zentrale, konsistente Quelle für Szenarien, Fahrzeugdaten und Modelle.
- **Einer Orchestrierungsebene**, die aus dieser Basis konkrete Testkampagnen ableitet, ausführt sowie Testergebnisse zusammenführt und nachvollziehbar auswertet.

Die Kombination von VIRTO (IPG Automotive) als semantische Grundlage und one:cx (tracetronic) als Orchestrierungsebene liefert hier ein integriertes System mit klarer Aufgabenteilung.

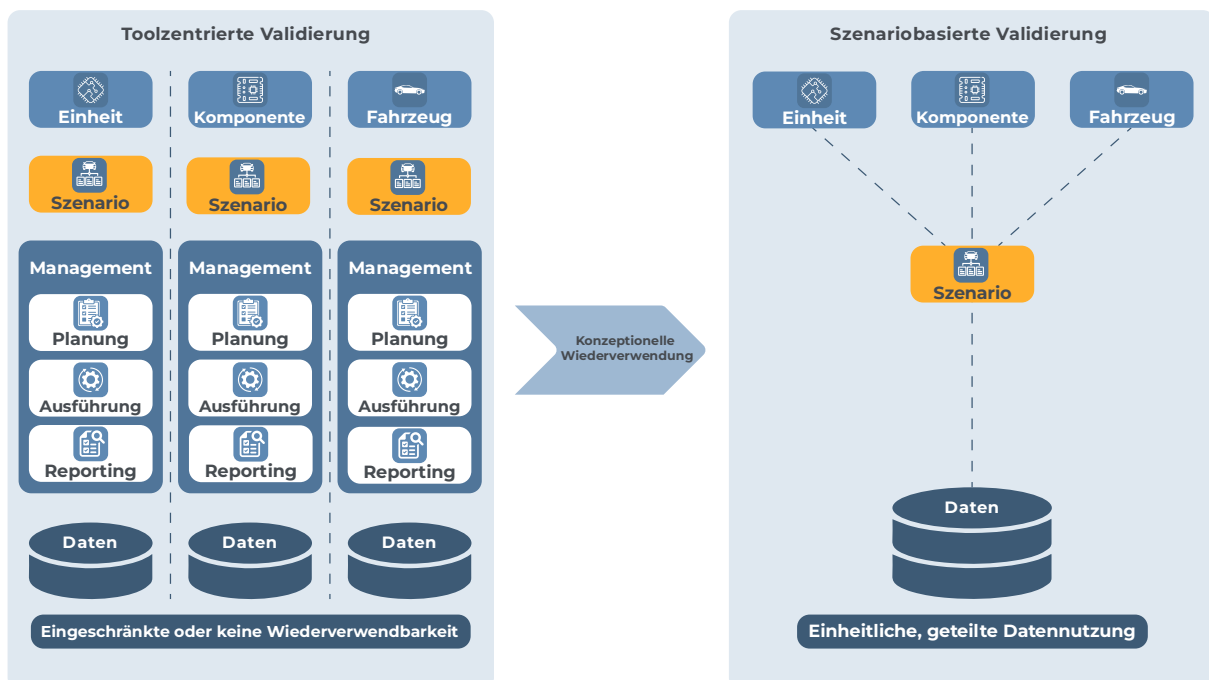


Abb. 01: Von toolzentrierter zu szenarienbasierter Validierung

3 Die Architektur: Datenlogik trifft auf Testlogik

Was zunächst nach zwei getrennten Schichten innerhalb des gesamten Testökosystems klingt, ist in der Praxis eine symbiotische Architektur: VIRTIO und one:cx agieren als spezialisierte Einheiten mit klaren Schnittstellen und komplementären Stärken.

3.1 VIRTIO: Die semantische Grundlage

VIRTIO fungiert als zentrale, einheitliche Quelle („Single Source of Truth“) für sämtliche fachspezifischen Komponenten der virtuellen Fahrzeugentwicklung und verbindet alle Beteiligten über eine webbasierte, modulare Plattform mit konsistenten, jederzeit nachvollziehbaren Simulationsartefakten. Die Lösung ist gezielt dafür entwickelt, komplexe Test- und Entwicklungsprozesse zu vereinfachen, zu skalieren und für alle Rollen zugänglich zu machen:

- **Szenarien** – VIRTIO ermöglicht die zentrale Definition, Versionierung und Qualitätssicherung sämtlicher Szenarien und Versuchsbedingungen. Diese können in spezialisierten wie auch in gängigen standardisierten Formaten (z.B. OpenSCENARIO, OpenDRIVE) abgelegt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Teams mit denselben, eindeutigen Verkehrsszenarien arbeiten, was die Vergleichbarkeit und Wiederverwendbarkeit signifikant erhöht.
- **Fahrzeugprototypen** – über den automatisierten Build-Prozess lassen sich virtuelle Prototypen vollständig parametrisiert und konsistent aufbauen. VIRTIO verwaltet dabei alle relevanten Parameterdaten, steuert Varianten und Versionen und ermöglicht so einen robusten und reproduzierbaren Fahrzeugaufbau – unabhängig davon, ob es um einzelne Tests oder komplexe Entwicklungsprogramme geht.
- **Simulationsdaten** – die Plattform führt digitale Zwillinge von Sensoren, Fahrzeugkomponenten und Steuergeräten (virtuell oder real eingebunden) an einem Ort zusammen. Diese strukturierte Sammlung erlaubt es, Datenquellen sauber zu integrieren und in weitere Entwicklungsschritte einzubinden – ein wesentlicher Vorteil angesichts wachsender Systemkomplexität.
- **Modellqualität** – VIRTIO sorgt für eine automatisierte und systematische Bewertung von Szenarien und Modellen. Abhängigkeiten sowie potenzielle Schwachstellen lassen sich frühzeitig erkennen, bevor sie in umfangreiche Testketten einfließen. Auf diese Weise unterstützt die Plattform ein konsequentes Frontloading und trägt maßgeblich dazu bei die Zuverlässigkeit und Gesamtqualität der Simulation zu erhöhen

Alle Beteiligten – von der Simulation über den Prüfstand bis hin zum realen Fahrversuch – greifen in VIRTIO auf konsistente und zentral verwaltete Artefakte zu. Jede Änderung an Parametern, Modellen oder Konfigurationen wird sofort sichtbar und bleibt vollständig nachvollziehbar. Damit unterstützt VIRTIO skalierbare, CI/CT-fähige Entwicklungsprozesse, erhöht die Wiederverwendbarkeit von Tests und schafft eine klar dokumentierte, transparente Entscheidungsbasis für jede Phase der Fahrzeugentwicklung.

3.2 one:cx: Die Steuerungs- und Orchestrierungsebene

Während VIRTIO das "Was" definiert, entscheidet one:cx über das "Wie", "Wann" und "Wo". one:cx ist eine Enterprise-Plattform, die den gesamten Validierungsprozess steuert, überwacht und nachvollziehbar macht.

Die Plattform orchestriert die Planung, Ausführung und Nachverfolgung von Tests über alle Teststufen hinweg – von rein virtuellen Simulationen (MIL, SIL) über hybride Setups (HIL, VIL) bis hin zu physischen Tests am Prüfstand, im Realfahrzeug und in der Flotte.

Diese Reichweite macht one:cx zum zentralen Steuerungsinstrument: Es integriert bestehende Werkzeuge, Infrastrukturen und Prozesse organisationsübergreifend, macht Ergebnisse vergleichbar und konsolidiert und stellt datengetriebene Entscheidungsgrundlagen für Freigaben bereit.

Die Kernfunktionen von one:cx sind:

- **Intelligente Testplanung und -ausführung** – Intelligente Zeitplanung und automatisierte Verteilung von Testaufträgen auf verfügbare virtuelle und physische Testressourcen, auch in der Cloud. Darauf aufbauend sorgt Prozess- und Workflowautomatisierung mit Quality Gates und Workflows für eine durchgängige CI/CD-Pipeline.
- **Zentrale Datenhaltung und Integration in weitere Toollandschaften** – Zentrale Datenspeicherung eliminiert Silos und stellt konsistente Informationen bereit: Testergebnisse aus SIL-, HIL-, und Fahrzeugszenarien, Konfigurationen, Anforderungen aus ALM-Systemen, etc. Die Plattform schafft so eine vertrauenswürdige Datengrundlage für alle Beteiligten. Weitere Toollandschaften, z. B. Requirement-Tools, Ticket-Systeme oder Software-Repositories werden dabei nahtlos integriert.
- **KI-Agenten** – KI-Dienste reduzieren Engpässe in der Bewertung und Nachweisführung. Auf Basis der automatisierten Workflows und konsistenten Daten in one:cx unterstützen KI-Agenten bei der Ableitung von Testspezifikationen und Testfällen, clustern und priorisieren Fehlermuster über Releases und Varianten hinweg und erkennen Anomalien sowie instabile Tests. Dadurch werden Review- und Analyseaufwände deutlich verkürzt, während Freigaben weiterhin deterministisch über Quality Gates und Traceability abgesichert bleiben.

4 Die Anwendung: Eckpunkte und typische Workflows

4.1 Differenzierung zu klassischen Toolketten

Diese vier zentralen Unterschiede zeichnen diesen Ansatz aus und grenzen ihn von einer gewöhnlichen Toolkette ab:

- **Szenarien als Referenz** – Szenarien sind der gemeinsame Bezugspunkt für die Absicherung komplexer Softwarefunktionen über alle Teststufen hinweg, von MIL/SIL über HIL bis hin zum Fahrversuch und Flotte. Statt einzelne Funktionen isoliert zu testen, prüft das System, ob während einer realistischen Abfolge von Ereignissen der zu erwartende Zweck erfüllt wird.
- **Validierung als steuerbarer, datengetriebener Prozess** – Änderungen an Szenarien, Modellen oder Anforderungen triggern systematisch Validierungsbedarf. Planung und Ausführung erfolgen in einem stufenübergreifendem Validierungsmodell automatisierbar und mit einheitlichen Kennzahlen. Jedes Testergebnis ist rückverfolgbar: Szenarien, Fahrzeugkonfigurationen, Testumgebungen und Anforderungen sind im Gesamtsystem dokumentiert – damit auch der Kontext, nicht nur das Ergebnis.
- **Skalierbare, geschützte Kollaboration ohne Silos** – Alle Beteiligten arbeiten im selben szenarienbasierten Validierungskontext mit einem Ansatz, der funktional (über alle Teststufen bis zur Flotte), organisatorisch (OEMs, Zulieferer, Teams, Partner, Standorte) und technisch (verfügbare Testressourcen) in einer einzigen Enterprise-Plattform skaliert. Granulare Rechtekonzepte gewährleisten dabei die Einhaltung der strengen Vorgaben zu IP-Schutz, Sicherheit und Compliance. Traceability-Anforderungen aus ASPICE und ISO 26262 werden durchgängig und revisionssicher unterstützt.
- **Feedbackschleifen statt lineare Prozesse** – VIRTO und one:cx arbeiten nicht linear (Anforderungen → Szenarien → Tests → Ergebnisse), sondern in intelligenten Feedbackschleifen. Das Ergebnis: Deutlich kürzere Entscheidungszeiten durch Transparenz in Echtzeit, schnellere Rückmeldung bei Änderungen und kontinuierliche Optimierung für sichere, qualitativ hochwertige Software.

4.2 Typische Workflows aus Nutzersicht

4.2.1 Einspeisen von Simulationsdaten

Ob für Szenarien oder virtuelle Fahrzeugprototypen: Expertenwissen wird benötigt, um solche Artefakte zur Verfügung zu stellen. Die Expert*innen spielen versionierte, qualitätsgesicherte Artefakte mit klar definiertem Lebenszyklus ins System, stattdessen diese mit einer standardisierten Nutzungsempfehlung aus und bilden damit die Grundlage für die spätere Validierung.

4.2.2 Kampagnenplanung und -durchführung

Bei Änderungen an Software, Szenarien oder Modellen in VIRTO erkennt one:cx automatisch den neuen Validierungsbedarf und leitet daraus ohne manuelle Planung die erforderliche Testkampagne ab. one:cx orchestriert und optimiert die Verteilung und Ausführung von Testaufträgen automatisiert – auch in der Cloud.

4.2.3 Analyse und Feedback

Nach Abschluss der Tests stehen die Ergebnisse zentralisiert zur Verfügung. KI-gestützte Auswertungen erkennen Abweichungen, vergleichen über Teststufen hinweg mit historischen Daten, markieren kritische Differenzen und liefern somit elementare Hinweise zur Verbesserung. Die durchgängige Rückverfolgbarkeit im gesamten System ermöglicht das Nachvollziehen von Einflüssen bis hin zu einzelnen Simulationsmodellen und Parametern, inklusive Metadaten wie Versionsstände, Zeitstempel, Verantwortlichkeiten und Qualitätsbewertungen.

Dank zielgruppenspezifischen Dashboards und Reports entsteht eine transparente, datenbasierte Entscheidungsgrundlage für Freigaben und weitere Maßnahmen.

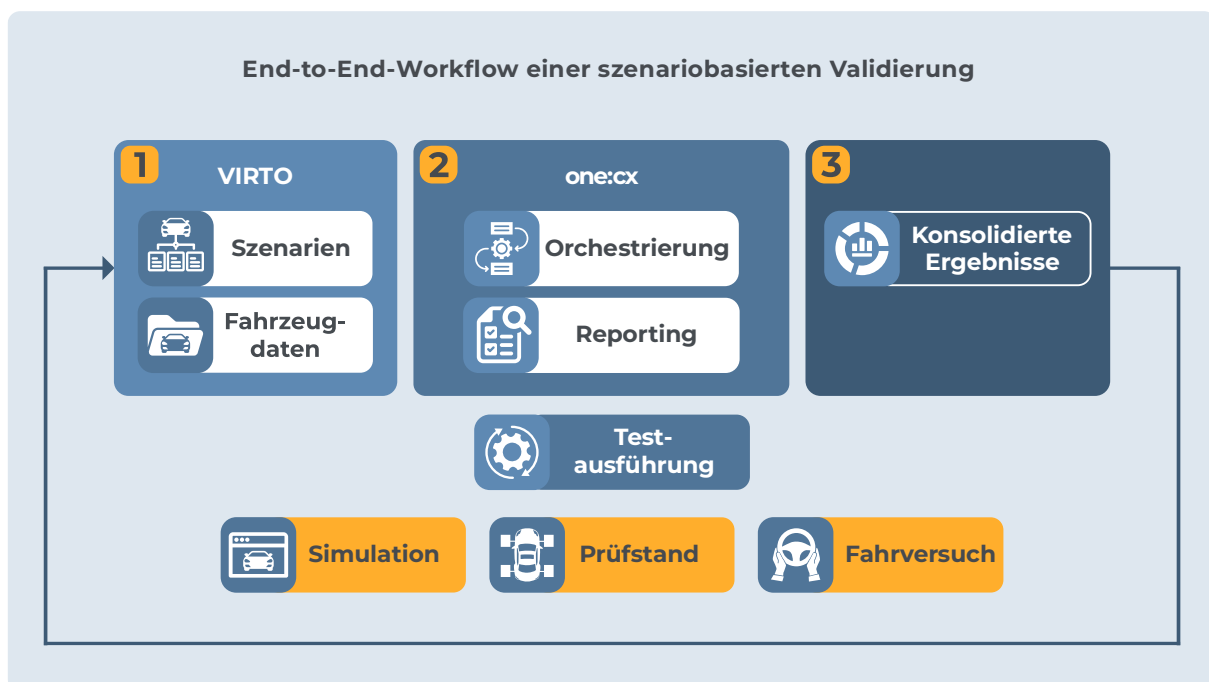


Abb. 02: End-to-End-Workflow einer szenariobasierten Validierung

5 Fazit: Validierung als strategischer Erfolgsfaktor

Die Verbindung aus VIRTO und one:cx macht die Validierung nicht länger zu einem reaktiven Engpass, sondern zu einem steuerbaren, transparenten Bestandteil der Entwicklung. Semantische Konsistenz wird mit intelligenter Steuerung und Orchestrierung verknüpft. Manuelle Abstimmung wird durch automatisierte Prozesse abgelöst und Daten werden zu Wissen – systematisch, nachvollziehbar und kontinuierlich.

Kurzfristige Vorteile	Mittelfristige Vorteile	Langfristige Vorteile
Strukturierte Prozesse durch einheitliche Szenarienbasis und standardisierte Arbeitsabläufe	Signifikante Risikoreduktion durch systematische Absicherung und weniger Nacharbeiten	Automatischer Wissenstransfer durch Konservierung von Validierungswissen für nachfolgende Projekte
Sofortige Transparenz zu Status, Abdeckung und Anomalien	Kollaboration – reibungslose Zusammenarbeit über Teams, Standorte und Partner hinweg	Wiederverwendbare Assets, Standards, Bibliotheken, Best Practices, leichte Erweiterbarkeit
Effizienz durch Vermeidung redundanter Tests und geringem manuellen Aufwand	Beschleunigte Markteinführung durch optimierte Validierungsprozesse	Synergieeffekte der Plattform: Jedes neue Projekt profitiert von allen vorherigen – geringere Einrichtungszeiten, höhere Qualität

Tabelle 1: Konkrete Vorteile

Das eigentliche bahnbrechende Potenzial entfaltet sich mit der Zeit. Jedes Projekt speist Wissen in die Plattform ein. Mit zunehmender Nutzung steigt der Wert und die Aussagekraft von Szenarien, Daten und Testergebnissen. Daraus ergibt sich die Basis für weiterführende Analysen, automatisierte Lückenidentifikation und perspektivisch auch für datengetriebene Erweiterungen der Validierungsabdeckung. So wird die Validierung mit jedem Projekt schneller, sicherer und effizienter.

Die Zusammenarbeit von IPG Automotive und tracetronic schafft kein weiteres Validierungstool, sondern ein konsistentes Betriebsmodell für Software-definierte Fahrzeuge. one:cx und VIRTO bilden gemeinsam die Steuerungszentrale, mit der sich die steigende Komplexität moderner Fahrzeugsoftware strukturiert beherrschen lässt.



6 Über die Unternehmen

6.1 IPG Automotive

Als Technologieführer entwickelt IPG Automotive innovative Simulationslösungen für die virtuelle Fahrzeugentwicklung. Mit VIRTO bietet IPG Automotive eine modulare Plattform für den Aufbau, die Verwaltung und Validierung virtueller Fahrzeugprototypen.

6.2 tracetronic

tracetronic ist Spezialist für Testautomatisierung in der Automobilindustrie. Mit one:cx bietet tracetronic eine cloud-native CI/CD-Plattform für durchgängige Validierung von Software Defined Vehicles – von der ersten Code-Zeile bis zum Over-the-Air-Update.