

## Continuous Integration in der Fahrzeugintegration umgesetzt

Sebastian Breitzkreutz, Volkswagen AG, sebastian.breitzkreutz@volkswagen.de

Lars Dreißig, neocx GmbH, lars.dreissig@neocx.de

Jens Walther, Continental AG, jens.walther@continental-corporation.com

**Abstract:** Die Fahrzeugvalidierung unterliegt einem evolutionären Fortschritt, der synchron zu den Fahrzeugarchitekturen angepasst werden muss. Im Zuge der Transformation zu High Performance Computern im Auto muss auch die Validierung zu einem „lernenden System“ umgebaut werden, damit sie den Qualitäts-, Kosten und Zeitanforderungen gerecht werden kann.

Es wird ein Zielsystem vorgestellt, das aus einer kollaborativen Entwicklungsplattform und einem Verbundtestsystem besteht. Letzteres ermöglicht den Test von Entwicklungsständen der Steuergeräte im Verbund. Dadurch wird im Vor-Fahrzeugtest eine bisher nicht erreichbare Testtiefe erlangt. Die Ergebnisse können den Tier 1 und Zulieferern helfen, schneller Probleme zu identifizieren. Nur Softwarestände, die diese „Gates“ und deren Testsequenzen erfolgreich überstehen, werden für weitere Validierungsstufen verwendet. Die Automatisierung der Verbunderstellung, des Softwareupdates auf den Steuergeräten und der Testsequenzausführung reduziert die Feedbackzeiten an die Zulieferer erheblich und erlaubt eine schnellere Fehlerbehebung.

Um das VW-Verbundtestsystem zu stimulieren, wird eine im Internet gehostete Entwicklungsplattform verwendet. Diese wurde von Continental ursprünglich für das iCAS1 Projekt entwickelt. Das Continental Cooperation Portal ist heute als produktunabhängiger Service in weiteren Projekten im Einsatz. Durch das flexible Benutzermanagement können den zahlreichen Zulieferern und deren Mitarbeitern Zugriff auf die Services der Entwicklungsplattform gegeben werden. Integrationsteams legen Softwarepakete und Releases der Steuergerätesoftware hier ab. Das VW-Verbundtestsystem wird über diese Entwicklungsplattform stimuliert, wenn aus der Continental System-Integration ein neues Release zur Verfügung gestellt wird. Wenige Sekunden nach der Bereitstellung des Releases kann das VW-Testsystem starten und einen neuen Verbund testen.

Die Implementierung dieses Workflows hat gezeigt, welche Automatisierungshürden noch zu überwinden sind und wie sich die Zusammenarbeit zwischen OEM und Zulieferern verändern muss, um das gesteckte Ziel komplett zu erreichen. Die Basiselemente sind vorhanden, um den nächsten evolutionären Schritt der Fahrzeugvalidierung zu gehen.

# 1 Einleitung

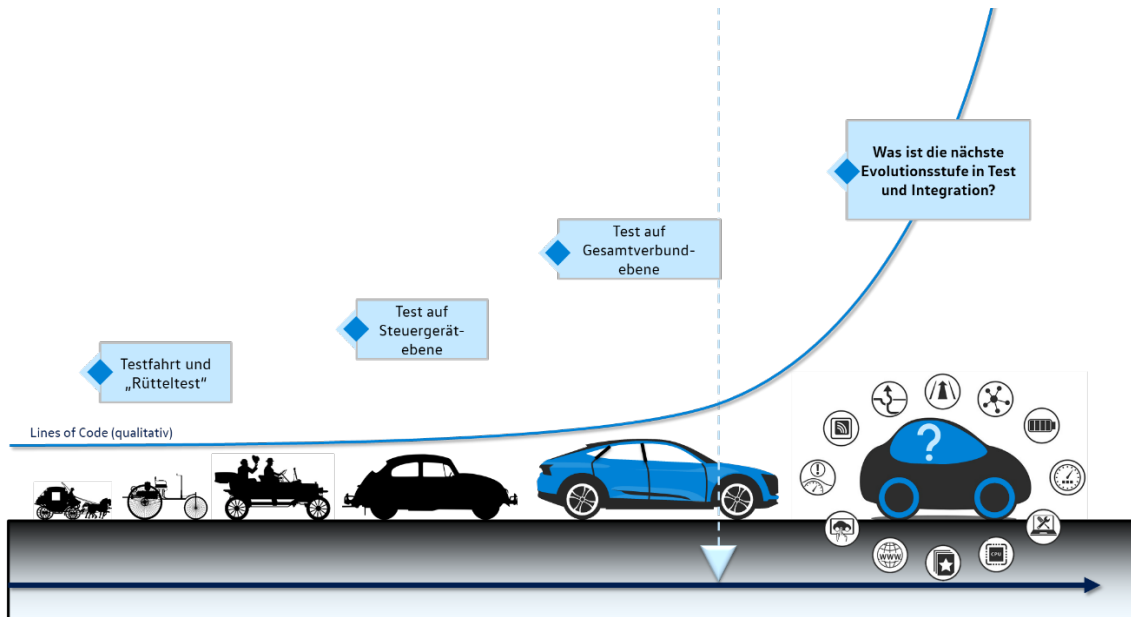


Abbildung 1: Evolution des Automobils und des Tests

Die Entwicklung des Automobils hat seit seiner Entstehung ähnlich wie andere technologieorientierte Bereiche einen stetigen Fortschritt erfahren. Dabei lässt sich durch die höhere Leistungsfähigkeit von technologischen Komponenten und weitreichenden technologischen Innovationen ein nahezu exponentieller Anstieg der Komplexität des Systems Automobil mit seinen beteiligten Komponenten wie z.B. Backend-Infrastruktur feststellen.

Mit der Evolution des Automobils haben sich auch die Methoden und Technologien zur Integration und Test gleichermaßen weiter entwickelt. Von einfachen Testfahrten in wenig komplexen Automobilen der Anfangszeit über Steuergerätest im Rahmen der Erhöhung des Elektrikanteils in Fahrzeugen hin zu Tests im Kontext ganzer Fahrzeugnetzungen durch den Einzug höher vernetzter Funktionen.

Die aktuellen Anforderungen an kürzere Releasezyklen, noch höhere Vernetzungsgrade mit der Einbeziehung von Infrastruktur und Backendsystemen und Architekturen, wie z.B. die Zonenarchitektur, markieren die nächste Evolutionsstufe des Automobils und bedingen zwangsläufig eine Weiterentwicklung des Methoden und Technologien die für die Integration und den Test zum Einsatz kommen.

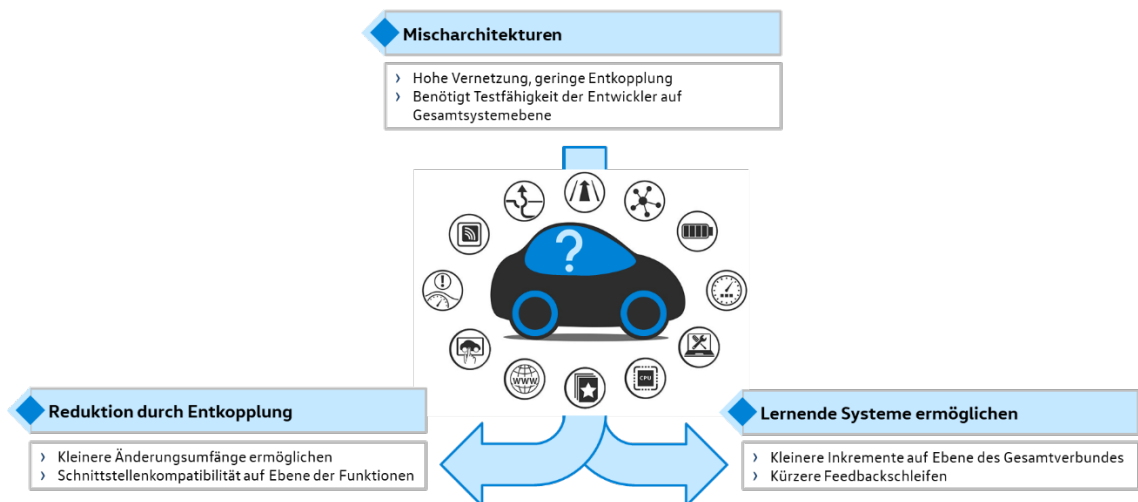


Abbildung 2: Umgang mit Komplexität

Der Einsatz von Mischarchitekturen bietet üblicherweise hohe Vernetzungen in den Funktionen und eine geringe Entkopplung, so dass Test- und Integrationsumfänge zumeist weitreichende Kompetenzen auf Gesamtsystemebene erfordern. Zur Handhabung hochkomplexer Systeme und den zugrundeliegenden Architekturen ist es notwendig, zum einen die Komplexität durch Entkopplung zu reduzieren und lernende Systeme zu ermöglichen. Dies ist erforderlich, um kleinere Inkremente zu ermöglichen.



Abbildung 3: Testen hat das Ziel Fehler und deren Ursachen zu finden

Bei der Betrachtung großer Entwicklungsumfänge ist eine genaue Lokalisierung von Fehlern und Ursachen in der Regel nicht möglich. Kleinere Inkremente ermöglichen die dedizierte Integration und Weiterentwicklung des Gesamtsystems. Durch die Betrachtung einzelner Änderungen wird ermöglicht, dass Fehler und deren Ursachen möglichst genau identifiziert werden können.

Dieser Beitrag zeigt einen Lösungsansatz in der Beantwortung der Fragestellung, was die nächste Evolutionsstufe von Test und Integration ist.

## 2 Zielsystem aus kollaborativer Entwicklungsplattform und Verbundtestsystem

Als Lösungsansatz für die o.g. Problematik wird im Folgenden ein Zielsystem aus kollaborativer Entwicklungsplattform und Verbundtestsystem und das übergreifende Zusammenspiel gezeigt.

### 2.1 Volkswagen CI/CT Testfactory

Hoher Automatisierungsgrad in Infrastruktur und Test als Voraussetzung für Continuous X

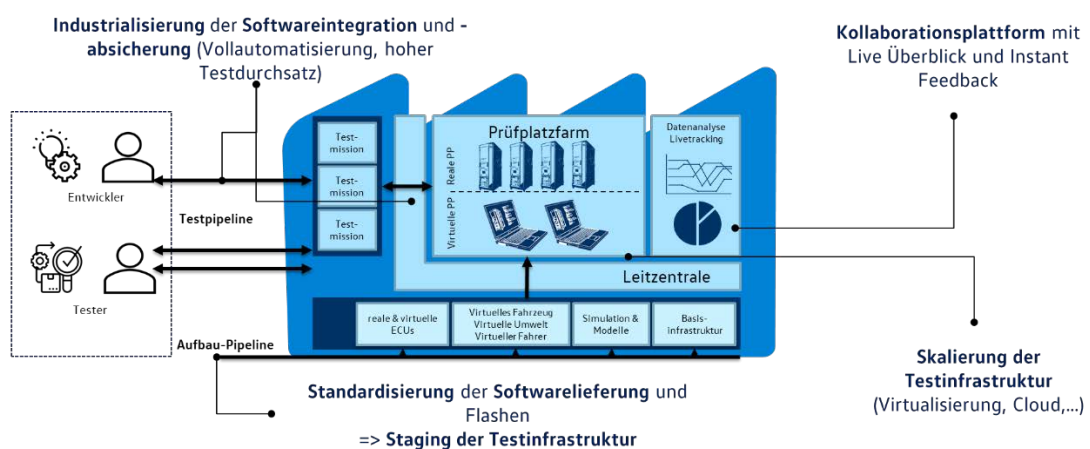


Abbildung 4: Volkswagen CI/CT Testfactory

Die CI/CT Testfactory von Volkswagen soll eine Industrialisierung der Softwareintegration und -absicherung auf Ebene eines Fahrzeuggesamtverbundes schaffen. Dies ermöglicht die hochparallele Integration und Absicherung vieler kleiner Inkremente in hoher Taktung. Die Nutzung der Testpipeline ist sowohl für die klassischen Tester als auch entwickelnde Bereiche und Zulieferer vorgesehen.

Damit bildet die CI/CT Testfactory die technische Grundlage für einen Continuous Integration Ansatz in der Gesamtintegration.

Der hohe Durchsatz erfordert eine hochverfügbare und skalierbare Testinfrastruktur. Diese wird ähnlich der eigentlichen Fahrzeug-Software in einem Staging-basierten Ansatz mittels einer Aufbau-Pipeline erreicht. Dabei werden alle notwendigen Artefakte, z.B. virtuelle Steuergeräte, Umgebungssimulationen und -modelle, Testfälle u.v.a., über standardisierte Wege angeliefert, getestet und am Ende in der Testinfrastruktur bereitgestellt.

Die Live-Übersicht und das adressatengerechte Feedback liefern dabei sowohl den eigentlichen Nutzern als auch den Betreibern der Testfactory wichtige Infos.

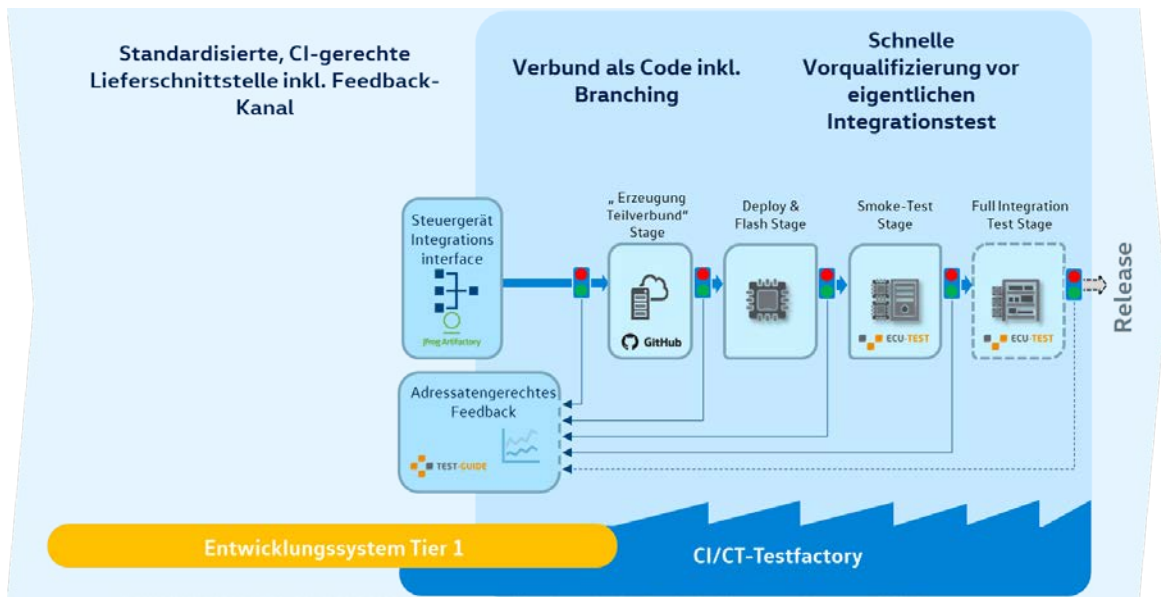


Abbildung 5: Multi-Stage inkl. Einbindung der Zulieferer

Die CI/CT Testfactory soll einen effizienten Gesamtintegrationstest ermöglichen und kurze Feedbackzeiten an die Zulieferer garantieren. Dies wird durch ein Staging ermöglicht, welches neue Software automatisch entgegennimmt, daraus einen neuen potenziellen Verbund erzeugt, diesen automatisiert an passende Prüfplätze bringt, dort flasht und anschließend Smoke-Tests durchführt. Jede dieser Stages liefert direktes Feedback und gilt als Zero-Tolerant-Gate.

## 2.2 Continental Cooperation Portal

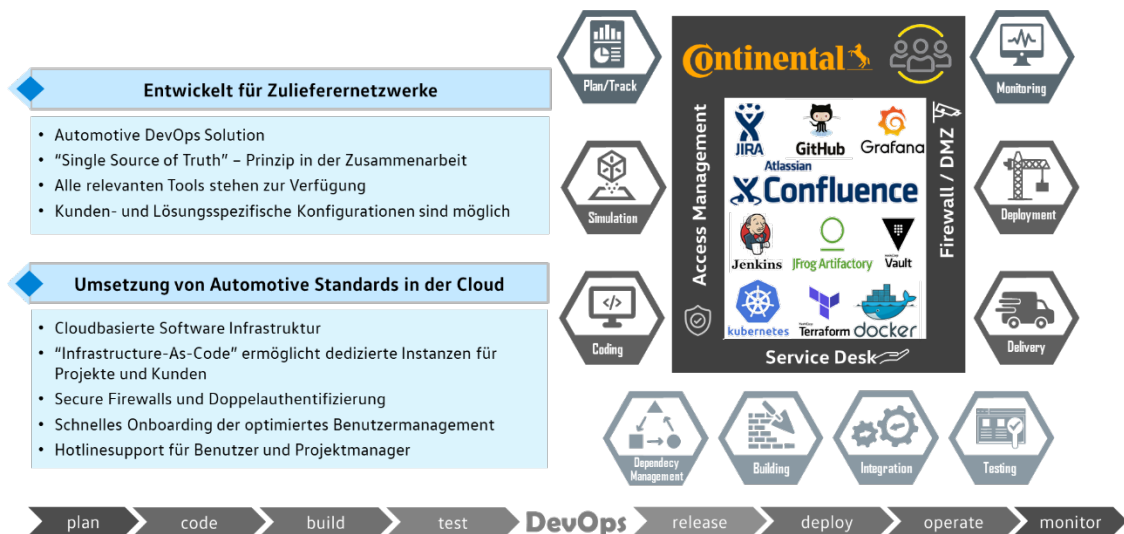


Abbildung 6: Continental Cooperation Portal

Im Rahmen des iCAS-Projektes mit VW hat Continental im Jahr 2020 sein Cooperation Portal (CCP) [veröffentlicht](#). Basierend auf „Infrastructure as Code“ Prinzipien werden notwendige Services auf einer Internetdomäne (ccp.continental.exchange) projekt- oder herstellerspezifisch angeboten. Das CCP ermöglicht es Zulieferern, Herstellern und Continental Software Teams ihre Releases vollautomatisiert zu integrieren und die vorhandene Testinfrastruktur gemeinsam zu nutzen. Weitere Anwendungsfälle werden unterstützt. Kern des Tools ist die grafische Benutzerverwaltung, die es ermöglicht schnell auf personelle Änderungen im Zulieferernetzwerk zu reagieren. Das ganze System läuft auf der AWS Cloud und ist durch 2-Faktor Authentifizierung und Firewalls entsprechend der automotive IT Best Practices geschützt.

### 3 Erkenntnisse aus Multi-Stage Ansatz

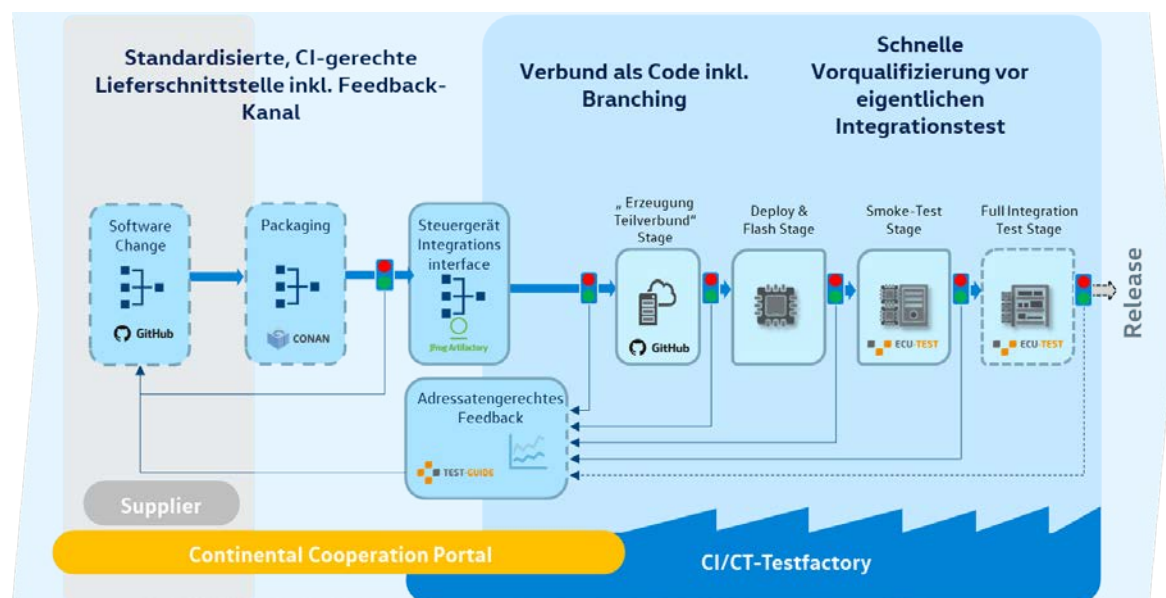


Abbildung 7: Gesamtworkflow

Über das Continental Cooperation Portal und die darin implementierte Integrationsschnittstelle ist es möglich eine durchgehende Kette von der Codeänderung eines Entwicklers bis zum Test auf Fahrzeugebene zu realisieren. Das CCP ermöglicht die automatisierte Integration der Software bis auf Steuergeräteniveau und die Übergabe per Signal an das VW-System (CI/CT Testfactory).

### 3.1 Mehrwerte

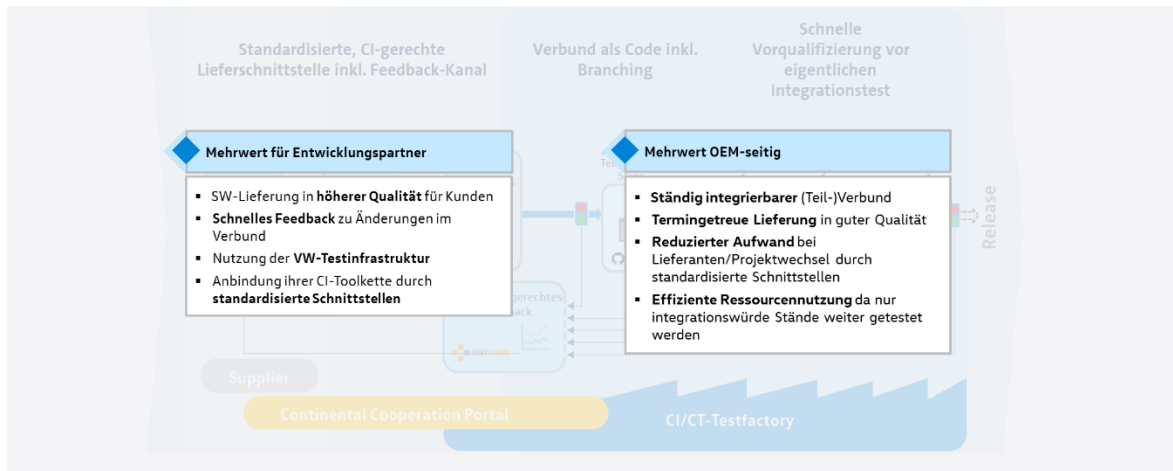



Abbildung 8: Mehrwerte

Für Continental und die Softwaremodullieferanten wurde durch das Projekt die Möglichkeit geschaffen, nicht nur VW-Infrastrukturen zu nutzen, sondern auch schneller zu erfahren, wenn Änderungen die auf Systemebene erfolgreich getestet werden konnten, auf Verbundebene fehlgeschlagen sind. Dies ermöglicht eine schnellere Reaktion durch die verkürzten Durchlaufzeiten und daher stabilere Softwarestände für die Fahrzeugtests.

### 3.2 Identifizierte Hindernisse


**Wände, vor die wir gelaufen sind**

- Hardware- und Prüfplatz-Verfügbarkeit
- Automatisiertes Flashen unter allen Prämissen schwer automatisierbar
- Aktuelle Verträge und Lastenhefte legen Schwerpunkt nicht auf CI-Infrastruktur und -Zusammenarbeit



**Aus dem Leben eines Flash-Parsers**

Update	
from (F189)	to
015.A4.00 (A154)	
015.A6.00 (A156)	
015.A8.00 (A158)	
015.F8.00 (F158)	
016.A/F0.00 (A/F150)	016.A8.00 (A168)
016.A2.00 (A162)	
016.A4.00 (A164)	
016.A6.00 (A166)	



**Dieses Projekt hat Continuous Integration in der Fahrzeugintegration greifbar gemacht, Hindernisse aufgezeigt und den notwendigen Transformationsprozess getriggert!**

Abbildung 9: Identifizierte Hindernisse



Im Rahmen des durchgeführten Projekts wurden verschiedene Herausforderungen identifiziert, die für einen flächigen Einsatz von großer Bedeutung sind. So ist die Verfügbarkeit von Prüfinfrastruktur und Hardware einer der wichtigsten Einflussfaktoren auf die Skalierbarkeit eines solchen Systems. Weiterhin ist die Möglichkeit des automatisierten Flashens und das Vorhandensein aller notwendigen Metadaten unerlässlich.

Deutlich gemacht wurde darüber hinaus, dass Continuous Integration Methoden im Kontext der Fahrzeugentwicklung auf Ebene des Gesamtsystems verwendet werden können und die hierzu notwendigen Transformationsprozesse angestoßen wurden.

#### 4 Abschluss

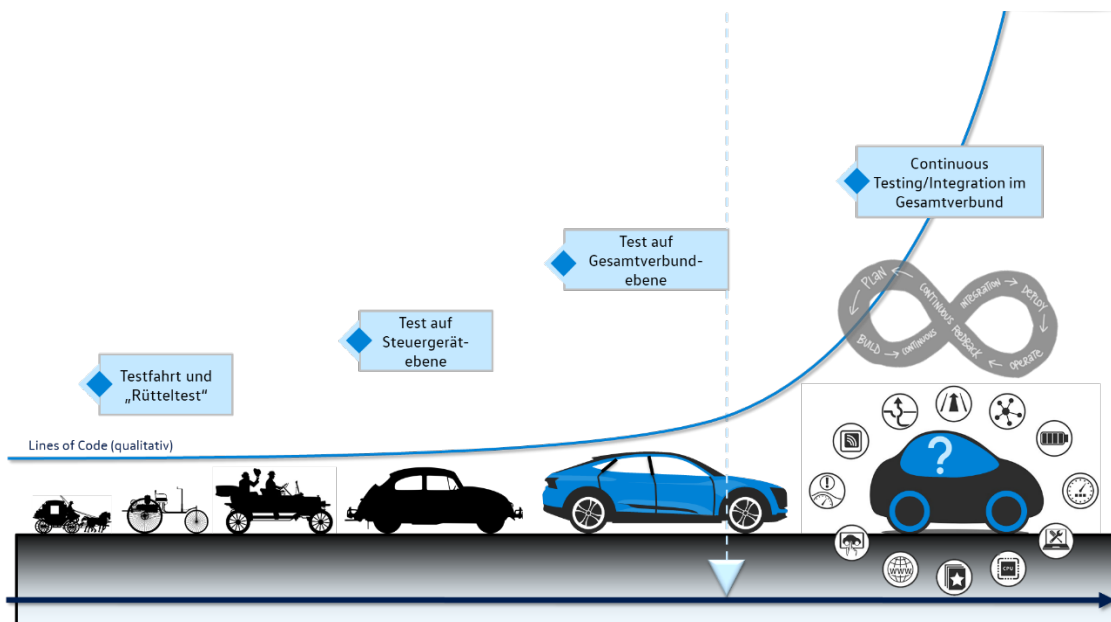


Abbildung 10: Nächste Evolutionsstufe des Tests

Zur Erreichung kürzerer Entwicklungs- und Releasezyklen, als auch zur Beherrschung der immer komplexer werdenden Systeme, die mittlerweile auch über die Grenzen des Fahrzeugs hinaus gehen, muss auch im Bereich der Integration und des Tests die methodische und technologische Adaption erfolgen. Hierzu können Continuous Testing und Integration Ansätze auf Gesamtsystemebene den Anforderungen und Herausforderungen gerecht werden.