

A wireframe model of a car, rendered in a light teal color, is positioned in the upper left quadrant of the cover. The car is shown from a front-three-quarter perspective, highlighting its headlights, grille, and wheels. The background behind the car is a dark teal color with a pattern of horizontal, slightly overlapping rectangular blocks in shades of orange and red, creating a sense of motion or digital data. A vertical white line runs down the left side of the cover, separating the wireframe car from the main title area.

Konrad Reif · Fabian Wolf

Softwareentwicklung für Kraftfahrzeuge

 Springer Vieweg

Softwareentwicklung für Kraftfahrzeuge

Konrad Reif · Fabian Wolf

Softwareentwicklung für Kraftfahrzeuge

 Springer Vieweg

Konrad Reif
Campus Friedrichshafen
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Friedrichshafen,
Baden-Württemberg, Deutschland

Fabian Wolf
Technische Universität Clausthal
Clausthal-Zellerfeld, Niedersachsen
Deutschland

ISBN 978-3-662-68045-2 ISBN 978-3-662-68046-9 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-68046-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Markus Braun

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Das Papier dieses Produkts ist recyclebar.

Vorwort

Der Kundennutzen, die Technologie und die Entwicklungsprozesse von Fahrzeugen stehen vor einem radikalen Wandel. Während in der Vergangenheit vor allem die Mobilität, Optik und Fahreigenschaften im Vordergrund standen, werden die Fahrzeuge von heute und morgen zusätzlich durch den erweiterten Kundennutzen, die sogenannte „User-Experience“ (UX) definiert. Hierbei muss die Evolution der gesamten Architektur des Fahrzeugs, das nach wie vor die Basis individueller Mobilität sein wird, betrachtet werden. Darauf abgestimmte Entwicklungsverfahren und Prozesse werden diesen Wandel begleiten.

Anders als die kurzen Lebenszyklen für Elektronik und Software im Bereich der IT-Systeme auf Arbeitsplatzrechnern oder Smartphones als Endprodukte sind die Lebenszyklen der Software im Fahrzeug oft an die Entwicklungsprozesse der Fahrzeugplattformen, also sehr komplexe Systeme gekoppelt. Die Kundenerwartung an die Zuverlässigkeit des Fahrzeugs ist ebenfalls höher als die an reine Softwareprodukte. Diese langen und aufwendigen Entwicklungszyklen limitieren auf der einen Seite die Entwicklungsgeschwindigkeit für neue Produktrends oder Kundenwünsche, stellen auf der anderen Seite allerdings die abgesicherte Funktionalität mit sämtlichen Seitenaspekten und für alle Varianten im Gesamtsystem Fahrzeug sicher. Auch bei der Umsetzung von Kundenwünschen und Vorgaben in reiner Software auf dem bestehenden System können Fehler, Missverständnisse und menschliches Versagen auftreten, was entsprechende Prozesse zur Absicherung verlangt. In Software implementierte Fahrzeugfunktionen und der Kundennutzen der „User Experience UX“ werden als Eigenschaft des Gesamtprodukts im System entwickelt, freigegeben und verkauft.

Der durch eine neue Generation von Kunden geprägte reine Verkauf von Funktionen in Form einer Softwareaktualisierung des bestehenden Fahrzeugs ist technisch eine Erweiterung der aktuellen gängigen Praxis der Reparatur des Fahrzeugs durch Software mittels sogenannter Software-Updates. Er unterliegt damit den gleichen Rahmenbedingungen. Diese müssen genauso ohne eine physikalische Änderung auf die Architektur des Fahrzeugs angepasst sein und in diesem Zusammenhang für alle Varianten entwickelt, getestet sowie freigegeben werden.

Die Zielgruppen dieses Buchs sind in erster Linie angehende Fachkräfte, Studierende und Berufseinsteiger im Bereich der Fahrzeugelektronik und Fahrzeuginformatik sowie

sämtliche Mitarbeitende der Automobilindustrie, die sich auf den anstehenden Wandel nachhaltig vorbereiten wollen, um Entscheidungen auf der Basis von Fakten zu treffen. Damit empfiehlt sich dieses Werk auch als fachliche Basis für Entscheidungen außerhalb der Automobilindustrie, die den digitalen Wandel nachhaltig und fundiert vorantreiben sollen.

Im ersten Teil dieses Buchs stehen vor allem die allgemeine Entwicklung von Softwarebasierten Kundenfunktionen und die dazu etablierten Verfahren und akademischen Vorgehensmodelle sowie Prozesse im Vordergrund. Im zweiten Teil des Buchs werden diese allgemeinen Grundlagen durch pragmatische Erfahrungen aus der industriellen Implementierung software-basierter mechatronischer Systeme konkretisiert.

Changchun, VR China
Friedrichshafen

Fabian Wolf
Konrad Reif

Inhaltsverzeichnis

1 Funktions- und Softwareentwicklung	1
1.1 Charakteristika eingebetteter Systeme im Fahrzeug	2
1.1.1 Grundbegriffe der Systemtheorie	2
1.1.2 Strukturierung, Modellierung und Beschreibung	3
1.1.3 Steuergeräte und Mikrocontroller	5
1.1.4 Zuverlässigkeit, Sicherheit und Überwachung	8
1.2 Vorgehensmodelle, Normen und Standards	9
1.2.1 Normen und Vorgehensmodelle	9
1.2.2 Übergreifende technische Standards	13
1.3 Funktions- und Softwareentwicklung nach dem V-Modell	14
1.3.1 Konkretisierung des V-Modells	15
1.3.2 Anforderungsmanagementprozesse	16
1.3.3 Architekturfestlegung	19
1.3.4 Komponentenfestlegung	23
1.3.5 Integration	25
1.3.6 Applikation	27
1.3.7 Abnahme	28
1.4 Methoden in der Funktions- und Softwareentwicklung	28
1.4.1 Anforderungsmanagement	29
1.4.2 Testmethoden	35
2 Softwareentwicklungsprozess in der Automobilindustrie	41
2.1 Anforderungen und Architekturentwurf	42
2.1.1 Anforderungserhebung	42
2.1.2 Systemanforderungsanalyse	43
2.1.3 Systemarchitekturentwurf	45
2.1.4 Komponentenanforderungsanalyse	46
2.1.5 Komponentenarchitekturentwurf	47
2.2 Mechanik und Elektronik-Hardware	48

2.3	Softwareentwicklung	49
2.3.1	Softwareanforderungsanalyse	49
2.3.2	Softwareentwurf	50
2.3.3	Funktionssoftwareerstellung	51
2.3.4	Sicherheitssoftwareerstellung	52
2.3.5	Softwareintegrationstest	53
2.3.6	Softwaretest	53
2.4	Integrationstests für Komponenten und System	54
2.4.1	Komponententest	54
2.4.2	Komponentenintegrationstest	54
2.4.3	Systemintegrationstest	55
2.4.4	Systemtest	56
2.5	Übergreifende Prozesse der Softwareentwicklung	57
2.5.1	Qualitätssicherung	57
2.5.2	Funktionale Sicherheit	59
2.5.3	Projektmanagement	61
2.5.4	Risikomanagement	64
2.5.5	Lieferantenmanagement	66
2.5.6	Änderungsmanagement	69
2.5.7	Konfigurationsmanagement	69
2.5.8	Problemlösungsmanagement	71
2.5.9	Freigabemanagement	73
	Literatur	75



Ein wesentlicher Anteil der Innovationen in heutigen Fahrzeugkonzepten wird durch Funktionen dargestellt, die durch Software abgebildet werden. Dieser Zusammenhang zeigt sich eindrucksvoll sowohl in dem stetig wachsenden Bedarf an Speicherplatz und Rechenzeit in Steuergeräten als auch in der steigenden Anzahl von komplexen und vernetzt wirkenden Funktionen. Als Beispiel sei etwa auf Fahrerassistenz- oder Telematik-Funktionalitäten verwiesen, die sich die Eigenschaften mehrerer Funktionsbereiche im Fahrzeug in Form einer intelligenten Verknüpfung zu Nutze machen. Betriebsstrategien für Hybrid- und Elektrofahrzeuge berücksichtigen die Daten verschiedener Fahrzeug-funktionsbereiche für eine optimale Nutzung der im Kraftstoff und in der Batterie gespeicherten Energie.

Damit sind neue Fahrzeugfunktionen und die intelligente Vernetzung vorhandener Systeme zu einem wichtigen Differenzierungspotenzial für Fahrzeughersteller herangewachsen. Neben den genannten und viel zitierten Vorteilen komplexer mechatronischer Systeme und ihrer Vernetzung ist auf der anderen Seite die Beherrschung dieser Technik zu einer echten Herausforderung geworden. Diese drückt sich nicht nur in den zu entwickelnden technischen Umfängen, sondern auch in den Entwicklungsprozessen aus, die sowohl der internen Vernetzung beim Fahrzeughersteller Rechnung tragen müssen, als auch die Kopplung zu einem Lieferantennetzwerk beherrschen müssen.

Die vernetzte Fahrzeugfunktion ist hier der Haupt-Betrachtungsgegenstand. Deshalb beginnt es mit den notwendigen Grundlagen zum Verständnis sogenannter eingebetteter Systeme, die die Darstellung von vernetzten Fahrzeugfunktionen ermöglichen. Dabei werden als Kernelement eines mechatronischen Systems der Aufbau und die Charakteristika eines Steuergerätes geschildert. Den Abschluss dieses Grundlagen-Abschnittes bildet eine