



Deliverable D12.1

Validierungsziele

Version	1.0
Verbreitung	öffentlich
Projektkoordination	Daimler AG



sim^{TD} wird gefördert und unterstützt durch

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Dieses Dokument wurde erstellt von Ford Forschungszentrum Aachen GmbH

Beiträge wurden verfasst von

Jürgen Grossmann, Fraunhofer FOKUS

Thomas Hecker, TU Berlin

Jörg Mönnich, Bosch

Andreas Kreuzer, Ford

Christian Ress, Ford

Gunther Schaaf, Bosch

Jan-Peter Stotz, Fraunhofer SIT

Ingo Totzke, IZVW

Projektkoordination

Dr. Christian Weiß

Daimler AG

HPC 050 – G021

71059 Sindelfingen

Germany

Telefon +49 7031 4389 550

Fax +49 7031 4389 210

E-mail christian.a.weiss@daimler.com

Das sim^{TD} Konsortium übernimmt keinerlei Haftung in Bezug auf die veröffentlichten Deliverables. Änderungen sind ohne Ankündigung möglich. © Copyright 2009 sim^{TD} Konsortium

The sim^{TD} consortium will not be liable for any use of the published deliverables. Contents are subject to change without notice. © Copyright 2009 sim^{TD} consortium

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	1
English summary.....	2
1 Technische Validierungsziele – Funktionen	3
1.1 Vorgehen zur Ermittlung der technischen Validierungsziele	3
1.2 Identifikation von allgemeinen Qualitätskriterien zur Produktqualität (ISO/IEC 9126)	4
1.2.1 Identifikation der Gegenstände der Validierung.....	5
1.2.2 Identifikation von Stakeholdern, Experten, anwendungsspezifischen Risiken und Problemfeldern.....	6
1.2.3 Priorisierung der Qualitätseigenschaften nach Kategorien.....	6
1.3 Technische Validierungsziele der Funktionen.....	7
1.3.1 Funktionsübergreifend formulierbare Validierungsziele.....	8
1.3.2 Funktionsspezifische Validierungsziele	12
2 Technische Validierungsziele – Komponenten.....	57
2.1 Vorgehen.....	57
2.1.1 Mess- und zählbare Größen	58
2.1.2 Hauptkomponenten des Systems.....	59
2.1.3 Komponenten	60
2.2 Technische Validierungsziele der Komponenten	61
3 Technische Validierungsziele – IT-Sicherheit.....	62
3.1 Beschreibung der Validierungsziele	62
3.1.1 [TVZ_SEC_1] Korrekte Signaturprüfung von eingehenden Daten	62
3.1.2 [TVZ_SEC_2] Plausibilitätsprüfung.....	63
3.1.3 [TVZ_SEC_3] Häufigkeit des Pseudonymwechsels	63
3.1.4 [TVZ_SEC_4] Schutz der Privatsphäre	63
3.1.5 [TVZ_SEC_5] Schutz bei der Übertragung von vertraulichen Daten.....	63
3.1.6 [TVZ_SEC_6] Keine IT-sicherheitstechnischen Verwundbarkeiten.....	64
3.2 Tabellarische Übersicht der Validierungsziele IT-Sicherheit	65
4 Nichttechnische Validierungsziele – Funktionen	66
4.1 Vorgehen.....	66
4.2 Kurzbeschreibung der nicht-technischen Validierungsziele	68
4.2.1 Nutzerakzeptanz	68
4.2.2 Fahreffizienz	68
4.2.3 Verkehrseffizienz	69
4.2.4 Fahrsicherheit.....	70

4.2.5	Verkehrssicherheit	70
4.2.6	Benutzbarkeit.....	70
4.3	Nicht-technische Validierungsziele der sim ^{TD} -Funktionen.....	71
4.4	Fazit zu den nicht-technischen Validierungszielen.....	76
5	Resultate.....	78
Anhang:	Priorisierungsmatrix	79
Abkürzungen	81
Glossar	82
Literatur	85

Abbildungen

Abbildung 1: Prüfung und Validierung eines Systems im Entwicklungsprozess (V-Modell [1])	5
Abbildung 2: Ausschnitt aus der Tabelle die zur Abfrage der FETs verwendet wurde	57

Tabellen

Tabelle 1:	Template zur Prüfung und Validierung eines Systems im Entwicklungsprozess (V-Modell)	7
Tabelle 2:	Funktionsübergreifende technische Validierungsziele	9
Tabelle 3:	tVZ – F112 infrastrukturseitige Datenerfassung.....	13
Tabelle 4:	tVZ – F112 fahrzeugseitige Datenerfassung.....	15
Tabelle 5:	tVZ – F113 Ermittlung der Verkehrswetterlage	17
Tabelle 6:	tVZ – F114 Ermittlung der Verkehrslage	19
Tabelle 7:	tVZ – F115 Identifikation von Verkehrseignissen.....	21
Tabelle 8:	tVZ – F121 Straßenvorausschau	23
Tabelle 9:	tVZ – F122 Baustelleninformationssystem.....	26
Tabelle 10:	tVZ – F123 erweiterte Navigation.....	27
Tabelle 11:	tVZ – F131 Umleitungsmanagement	29
Tabelle 12:	tVZ – F132 Lichtsignalanlagen Netzsteuerung	31
Tabelle 13:	tVZ – F133 Lokale verkehrsabhängige LSA-Steuerung.....	33
Tabelle 14:	tVZ – F211 Hinderniswarnung	35
Tabelle 15:	tVZ – F212 Stauendewarnung	37
Tabelle 16:	tVZ – F213 Straßenwetterwarnung	39
Tabelle 17:	tVZ – F214 Einsatzfahrzeugwarnung.....	41
Tabelle 18:	tVZ – F221 Verkehrszeichen-Assistent/Warnung	43
Tabelle 19:	tVZ – F222 Ampel-Phasen-Assistent/Warnung	46
Tabelle 20:	tVZ – F223 Längsführungsassistent	48
Tabelle 21:	tVZ – F224 Kreuzungs-/Querverkehrsassistent	50
Tabelle 22:	tVZ – F311 Internetbasierte DienstnutzungID.....	53
Tabelle 23:	tVZ – F312 Standortinformationsdienste.....	55
Tabelle 24:	Bestimmung der ID des Validierungsziels – Teil-ID für mess- und zählbare Größen	59
Tabelle 25:	Bestimmung der ID des Validierungsziels – Teil-ID für Hauptkomponenten.....	59
Tabelle 26:	Bestimmung der ID des Validierungsziels – Teil-ID für Systemkomponenten	60
Tabelle 27:	Technische Validierungsziele der IT-Sicherheit	65
Tabelle 28:	Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Nutzerakzeptanz“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).	68

Tabelle 29:	Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Fahreffizienz“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).....	69
Tabelle 30:	Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Verkehrseffizienz“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).....	69
Tabelle 31:	Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Fahrsicherheit“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).....	70
Tabelle 32:	Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Verkehrssicherheit“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).....	70
Tabelle 33:	Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Benutzbarkeit“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).....	71
Tabelle 34:	Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Nutzerakzeptanz“, „Fahreffizienz“, „Verkehrseffizienz“, „Fahrsicherheit“, „Verkehrssicherheit“ und „Benutzbarkeit“ für die jeweiligen sim ^{TD} -Funktionen („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).....	73
Tabelle 35:	Übersicht über Anzahl der Validierungsziele je Kategorie	78
Tabelle 36:	Priorisierungsmatrix der techn. Validierungsziele (Funktionen) (tvZ(FET))	79
Tabelle 37:	Qualitätskriterien zur Produktqualität	82
Tabelle 38:	Nicht-technische Validierungsziele	83

Zusammenfassung

Im Rahmen von AP12 werden mit dem hier vorgelegten Deliverable D12.1 Validierungs- und Optimierungsziele definiert. Dies sind technische, nicht-technische und übergeordnete Ziele, die mit dem Gesamtsystem, seinen Komponenten und Funktionen adressiert werden. Zweck der Validierungs- und Optimierungsziele ist die Bestimmung der zu testenden Funktionalitäten des Gesamtsystems und seiner Teilsysteme bzw. Komponenten. Hieraus lässt sich ableiten, ob das sim^{TD}-System mit seinen Teilsystemen die in der VHB dargestellten Projektziele erreicht hat.

AP12 hat sich in seiner bisherigen Arbeit schwerpunktmäßig der Definition von Validierungszielen gewidmet. Sofern Optimierungsziele erkennbar waren, sind diese benannt. Wenn im weiteren Text nur von „Validierungszielen“ gesprochen wird, sind jedoch auch immer „Optimierungsziele“ mit gemeint.

Eingang in die Arbeit in AP12 fanden insbesondere die Funktionsspezifikationen aus AP11, die Konzeptionen und Spezifikationen zur Systemarchitektur und den Komponenten des Gesamtsystems aus TP2 sowie das Deliverable D5.1 „Anforderungskatalog an den Feldtest“ aus AP51. Während D5.1 einen statischen Input für AP12 darstellte, unterlagen die Eingänge aus AP11 und TP2 einer hohen Dynamik. Auf diese wurde durch einen gemeinsamen Harmonisierungsschritt zwischen den beteiligten Akteuren eingegangen. Dadurch kann AP12 den in diesem Deliverable D12.1 vorgelegten Validierungszielen eine hohe Belastbarkeit bescheinigen. Trotzdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich im laufenden Spezifikationsprozess und im anschließenden Implementierungsprozess noch Änderungen ergeben können, die Auswirkungen auf die Validierungsziele haben. So sind u.a. zwischenzeitlich die Spezifikationsarbeiten an den sim^{TD}-Komponenten voran geschritten, so dass auch Validierungsziele für Ausstattungs- und Kommunikationsversuche definiert werden können. Sofern diese während der Arbeiten am Deliverable D12.2 „Validierungsziele, Metriken und Methoden“ eingebracht werden, werden sie für D12.2 nachgezogen. Andernfalls werden sie durch den in sim^{TD} momentan im Aufbau befindlichen Change Management Process im weiteren Projektverlauf berücksichtigt.

Das Deliverable D12.1 beschreibt in Kapitel 1 die technischen Validierungsziele aus der Sicht der sim^{TD} Funktionen. In Kapitel 2 sind die technischen Validierungsziele aus Anforderungssicht der Funktionen an die Komponenten aufgelistet. Kapitel 3 enthält Aussagen zu den technischen Validierungszielen der IT-Sicherheit. In Kapitel 4 werden die nicht-technischen Validierungsziele aus Funktionssicht aufgeführt. Kapitel 5 fasst die wesentlichen Resultate kurz zusammen.

Obwohl der Fokus von D12.1 die Definition der Validierungsziele ist, erfolgt teilweise bereits ein Vorgriff auf Metriken (=Kenngrößen) zu den einzelnen Validierungszielen. Dies hilft häufig der besseren Verständlichkeit einzelner Validierungsziele. Die abschließende Definition der Metrik zu jedem einzelnen Validierungsziel und der Methode seiner Messung, Zählung oder sonstigen Erhebung wird mit D12.2 vorgelegt.

English summary

D12.1 Validation Goals

This document defines the validation and optimisation goals that have been worked out within the framework of work package AP12 of project sim^{TD}. These are technical, non-technical and superordinate targets to be hit by the overall system, its components and functions. The validation and optimisation goals build the base for the specification of test procedures for the overall system, its subsystems and components. Finally this allows to proof whether sim^{TD} successfully met the requirements outlined in the project description (VHB).

AP12 to-date focussed on the definition of validation goals. If optimisation goals have been recognized, these are mentioned in the document as well. However the term „validation goals“ is used in the following chapters representing both "validations goals" and „optimisation goals“.

The work in AP12 is founded on the function specifications received from AP11, the concepts and specifications of the architecture and components of the overall system worked out by TP2 as well as on deliverable D5.1 „Requirements catalogue of the field test“ by AP51. While D5.1 represents a static input for AP12, the input received from AP11 and TP2 was subject to high dynamics. In order to deal with that a common harmonization step between all contributors has been performed. Therefore AP12 attests a high level of confidence for the validation goals submitted with this deliverable. Nevertheless it cannot be excluded that, during the ongoing specification process and following implementation, further changes will be required, which effect the validation goals. If this is recognized while working on sub-sequent deliverable D12.2 „Validation goals, metrics and methods“ these will already be updated in that document (D12.2).

This document D12.1 describes the technical validation goals of the sim^{TD} functions in chapter 1. In chapter 2 the technical validation goals based on the requirements raised by the sim^{TD} functions addressed to the components are outlined. Additionally, chapter 3 contains statements for technical validation goals of IT-security. In chapter 4 then the non-technical validation goals from the point of view of the sim^{TD} functions are specified.

Although the focus of D12.1 is the definition of the validation goals, some metrics are also mentioned in order to achieve a better comprehensibility of some validation goals. The final definition of the metrics for each validation goal and the method of its measurement, counting or other collection is subject of deliverable D12.2.

1 Technische Validierungsziele – Funktionen

1.1 Vorgehen zur Ermittlung der technischen Validierungsziele

Die technischen Validierungsziele (tVZ) in sim^{TD} sind die Grundlage für eine systematische Validierung und Optimierung der in sim^{TD} entworfenen und entwickelten Komponenten, Systeme und Funktionen. Die technischen Validierungs- und Optimierungsziele dienen als Grundlage zur Validierung bzw. Optimierung der technischen Eigenschaften der sim^{TD} Komponenten, Systeme und Funktionen.

Die Ableitung der Validierungs- und Optimierungsziele erfolgt entlang der in der ISO/IEC 9126 [1] definierten Qualitätseigenschaften für Software intensive Systeme. Sie ist geleitet durch die in der sim^{TD} Vorhabensbeschreibung definierten Projektziele sowie durch die in Deliverable D51.1 definierten technischen Bewertungskriterien für den Feldversuch.

Grundsätzlich schlagen wir für die in AP12 zu verrichtenden Arbeiten zur technischen Validierung und Optimierung des Systems (Aufstellen von Validierungszielen, Metriken und Methoden) das folgende schrittweise Vorgehen vor.

- 1. Identifikation von allgemeinen Qualitätskriterien zur Produktqualität von Softwareprodukten aus Standards (ISO/IEC 9126)**
- 2. Abgleich mit der Vorhabensbeschreibung und den Kriterien zur Bewertung des Feldversuches D51.1.**
- 3. Identifikation von Stakeholdern, Experten, anwendungsspezifischen Risiken und Problemfeldern**
- 4. Identifikation der zu bewertenden Objekte**
- 5. Priorisierung der Qualitätskriterien durch Stakeholder/Experten**
6. Ermittlung der relevanten Kenngrößen, Messgrößen, ihrer Attribute und Einheiten
7. Bestimmung der Messverfahren, Metriken und der erwarteten Ergebnisse
8. Bewertung und Gewichtung der Metriken
 - Zuordnung zu den Qualitätskriterien
 - Bewertung der Aussagekraft
9. Versuchsdurchführung und Auswertung
10. Bewertung des eigenen Prozesses
 - Qualität der Metriken
 - Qualität der Versuche und Tests

In diesem Dokument werden die **Ergebnisse der Schritte eins bis fünf** (in der Liste fett hervorgehoben) dokumentiert. Die Dokumentation der Arbeiten zu den Schritten sechs bis zehn erfolgt in Deliverable D12.2.

1.2 Identifikation von allgemeinen Qualitätskriterien zur Produktqualität (ISO/IEC 9126)

Die ISO9126 (International Standard ISO/IEC 9126: Software Engineering - Product Quality) definiert wesentliche Begriffe aus dem Bereich Software-Qualität. Insbesondere wird zwischen externer, interner Qualität sowie Nutzungsqualität von Software unterschieden und gleichzeitig deren Zusammenhänge aufgezeigt. Es wird ein Qualitätsmodell mit sechs Kategorien definiert. Das Modell lässt sich zur Messung der Softwarequalität anwenden.

Der gesamte Standard umfasst vier Teile:

- 9126-1: Quality model [1]
- 9126-2: External metrics [2]
- 9126-3: Internal metrics [3]
- 9126-4: Quality in use metrics [4]

Während in ISO 9126-1 ein umfassendes Qualitätsmodell definiert wird, d.h. verschiedene Qualitätseigenschaften definiert werden, befassen sich die Teile 9126-2, 9126-3, 9126-4 mit Metriken und Methoden, die dazu geeignet sind die in 9126-1 genannten Eigenschaften zu messen. Grundsätzlich wird zwischen internen/externen Eigenschaften und den nutzungsbezogenen Eigenschaften unterschieden. Für die Ableitung der technischen Validierungs- und Optimierungsziele werden insbesondere die externen Qualitätseigenschaften herangezogen.

- Interne/Externe Qualitätseigenschaften
 - **Effizienz** -> Zeitverhalten, Ressourcenverbrauch
 - **Funktionalität** -> Angemessenheit, Korrektheit, Interoperabilität, Sicherheit
 - **Wartbarkeit** -> Stabilität, Testbarkeit, Analysierbarkeit
 - **Zuverlässigkeit** -> Robustheit und Fehlertoleranz, Wiederherstellbarkeit, Produktreife
 - **Benutzbarkeit** -> Erlernbarkeit, Verständlichkeit
 - **Portabilität** -> Koexistenz, Anpassbarkeit, Ersetzbarkeit
 - **Nutzen** -> Angemessenheit, (Produktivität), Benutzerzufriedenheit
- Nutzungsbezogenen Eigenschaften
 - **Effektivität**
 - **Produktivität**
 - **Betriebssicherheit**
 - **Benutzerzufriedenheit**

Die Erläuterung für die oben genannten Qualitätseigenschaften findet sich im Glossar.

1.2.1 Identifikation der Gegenstände der Validierung

Die Qualität des sim^{TD} Systems lässt sich auf mehreren Ebenen überprüfen. Neben dem Endprodukt (Validierung bzw. Optimierung der Funktionen) lassen sich auch Teilprodukte bzw. Teilaspekte des Systems validieren bzw. optimieren (Validierung bzw. Optimierung der Kommunikation, Validierung von Teilsystemen etc.).

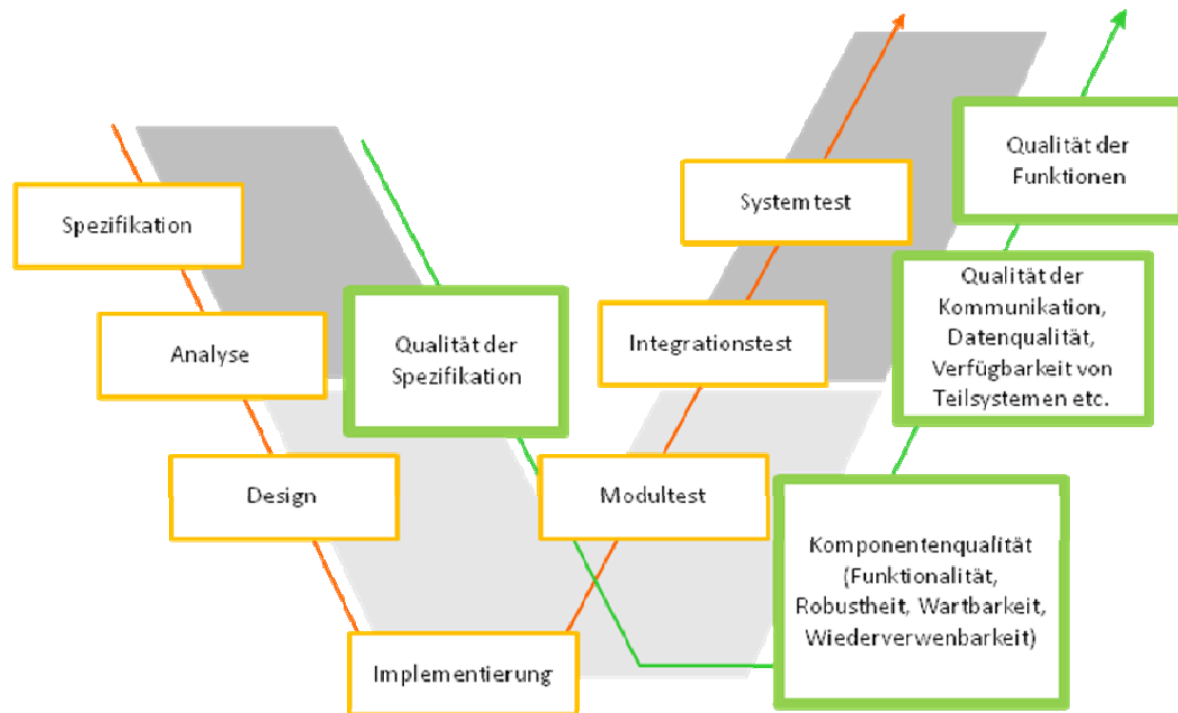


Abbildung 1: Prüfung und Validierung eines Systems im Entwicklungsprozess (V-Modell [1])

Abbildung 1 zeigt die Integration verschiedener Validierungsansätze in den Systementwicklungsprozess. Wir unterscheiden¹:

1. Validierung und Optimierung der technischen Eigenschaften der sim^{TD} Funktionen
2. Validierung und Optimierung der technischen Eigenschaften der sim^{TD} Plattform (Kommunikation, Verfügbarkeit von Teilsystemen)
3. Validierung und Optimierung der sim^{TD} Komponenten
4. Validierung und Optimierung der Spezifikation

Im Hinblick auf die Test- und Versuchsdurchführung werden im Verlauf des sim^{TD} Projekts insbesondere die in 1. bis 3. definierten Gegenstände einer intensiven Validierung unterzogen. Die Validierung der Spezifikation ist kein primäres Projektziel und erfolgt in Rahmen der laufenden Entwicklungstätigkeiten.

¹ Hervorgehobene Rechtecke in Abbildung 1.

1.2.2 Identifikation von Stakeholdern, Experten, anwendungsspezifischen Risiken und Problemfeldern

Wir gehen davon aus, dass es sich bei den in sim^{TD} entwickelten Systemen zwar um Softwaresysteme handelt, die sich mit den gängigen Methoden und Herangehensweisen der Softwaretechnik prüfen und validieren lassen, durch ihre spezielle Einsatzform jedoch Eigenschaften aufweisen, die gesondert betrachtet werden müssen. Hierzu zählen:

- Die Verteiltheit des Systems
- Die Mobilität der Teilsysteme, insbesondere der Fahrzeuge
- Sicherheitsaspekte durch Eingriff in den Straßenverkehr
- Kommunikation über unsichere Medien (Funkverbindungen)

Bei der Ableitung der Validierungsziele für funktionale Qualitätseigenschaften schlagen wir deshalb vor, die folgenden Aspekte zu berücksichtigen.

- Die von der Funktion generierten/angezeigten standortabhängigen Informationen befinden sich innerhalb einer definierten Abweichung. (Bsp.: Einsatzfahrzeug versendet korrekte eigene Position, Einsatzfahrzeug wird auf der Karte an korrekter Position angezeigt)
- Die von der Funktion generierten Ausgaben finden rechtzeitig statt. (Bsp.: Verkehrszeichen wird x Meter vor Eintritt in den Gültigkeitsbereich angezeigt.)
- Liefern der richtigen oder vereinbarten Ergebnisse oder Wirkungen, z. B. die benötigte Genauigkeit von berechneten Werten.

1.2.3 Priorisierung der Qualitätseigenschaften nach Kategorien

Die technische Qualität einer Funktion (die überwiegend aus einem Softwareprodukt besteht) lässt sich durch eine systematische Bewertung der Systemeigenschaften hinsichtlich der in der ISO 9126 definierten Qualitätseigenschaften eines Softwareprodukts beurteilen. Wir nehmen diese Eigenschaften als grobe Orientierung für die Ermittlung der technischen Validierungs- und Optimierungsziele. Ausgehend von einer Gewichtung der Qualitätseigenschaften (bzw. genauer der ISO Kategorien über die Qualitätseigenschaften), wurden für jede Funktion die zu prüfenden Qualitätsanforderungen (bzw. -eigenschaften) durch die Funktionsexperten in den Funktionsentwicklungsteams (FET) gewichtet. Die Gewichtung erfolgt entlang der vier Gewichte **hoch**, **mittel**, **gering** bzw. **n.a.** (für nicht anwendbar) in der Tabellenspalte „Priorität“ (siehe Tabelle 1). Für alle Qualitätskategorien, die mit der Priorität **hoch** bzw. **mittel** gewichtet wurden, werden im Folgenden gesondert Validierungsziele definiert. Diese Qualitätskriterien werden entsprechend im Test- und Versuchsdesign berücksichtigt, während alle mit gering bzw. n.a. gewichteten Kategorien nicht berücksichtigt werden. Tabelle 1 zeigt einen Ausschnitt der Prioritätenabfrage, die den Funktionsexperten für jede der sim^{TD} Funktionen vorgelegt wurde.

Tabelle 1: Template zur Prüfung und Validierung eines Systems im Entwicklungsprozess (V-Modell)

Qualitätskategorie	Erläuterung	Priorität
Funktionalität	Inwieweit besitzt die Software die geforderten Funktionen? - Vorhandensein von Funktionen mit festgelegten Eigenschaften. Diese Funktionen erfüllen die definierten Anforderungen.	
Angemessenheit	Inwieweit besitzt die Software die geforderten Funktionen? - Vorhandensein von Funktionen mit festgelegten Eigenschaften. Diese Funktionen erfüllen die definierten Anforderungen.	
Richtigkeit	Liefern der richtigen oder vereinbarten Ergebnisse oder Wirkungen, z. B. die benötigte Genauigkeit von berechneten Werten.	
Interoperabilität	Fähigkeit, mit vorgegebenen Systemen zusammenzuwirken.	
Sicherheit (IT Sicherheit)	Fähigkeit, unberechtigten Zugriff, sowohl versehentlich als auch vorsätzlich, auf Programme und Daten zu verhindern.	
Ordnungsmäßigkeit	Merkmale von Software, die bewirken, dass die Software anwendungsspezifische Normen oder Vereinbarungen oder gesetzliche Bestimmungen und ähnliche Vorschriften erfüllt.	

Die Rückläufe aus den Funktionsentwicklungsteams wurden gesichtet und im Rahmen einer gemeinsamen Sitzung mit dem TP1 Leitungsteam harmonisiert und konsolidiert. Im Zuge der Harmonisierung und Konsolidierung wurde die Gewichtung der Rückläufe angepasst und einige der Kategorien als „nicht anzuwenden“ gekennzeichnet und damit gestrichen. Die konsolidierte Ergebnistabelle mit der harmonisierten Priorisierung findet sich im Anhang des Dokuments.

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen den technischen Validierungszielen für die einzelnen Funktionen und den technischen Validierungszielen für Komponenten der sim^{TD} Plattform, wie z.B. Kommunikation, Ortung, Sicherheitssystem etc. Die technischen Validierungs- und Optimierungsziele für die Funktionen werden in Kapitel 0, die technischen Validierungsziele für Komponenten der sim^{TD} Plattform werden in Kapitel 2 beschrieben.

1.3 Technische Validierungsziele der Funktionen

In diesem Kapitel werden die technischen Validierungs- und Optimierungsziele der technischen Eigenschaften der einzelnen sim^{TD} Funktionen beschrieben. Diese lassen sich in funktionsübergreifend formulierbare und funktionspezifische Validierungs- und Optimierungsziele unterscheiden. Die Validierungs- und Optimierungsziele werden in Form von Tabellen spezifiziert. Jede Tabelle weist die Folgenden Spalten auf:

- ID: Ist ein eindeutiger Identifizierer für das Validierungsziel. Die ID setzt sich nach dem folgenden Schema zusammen: [<tvz>_<TYP>_<LaufendeNummer>]. Das Kürzel „tvz“ steht für „technische Validierungsziele“, der <TYP> ist entweder die Kennung UE für funktionsübergreifend formulierbare Ziele oder eine Funktionsnummer (z.B. F1.1.1) im Falle eines funktionspezifischen Ziels. Für jeden <TYP> werden die Ziele dann durch <LaufendeNummer> durchnummeriert.
- Kategorie: Kategorisiert das Validierungsziel entlang der ISO 9126 Qualitätseigenschaften.
- Art: Definiert ob es sich um ein (O)ptimierungsziel oder ein (V)alidierungsziel handelt
- Zielbeschreibung: Erläutert das Ziel

- **Bewertungshinweis:** Gibt Hinweise darauf, wie das Erreichen des Ziels zu messen ist. Diese ist ein Vorgriff auf die Arbeiten zu D12.2 und hat in diesem Deliverable nur Dokumentationscharakter.
- **Priorität:** Definiert die Priorität, die dem Ziel im Rahmen der Validierung eingeräumt wird. Sollte sich bei den funktionsübergreifend formulierbaren Zielen die Priorisierung für einzelne Funktionen unterscheiden, so wird die am häufigsten vergebene Priorität zuerst angegeben und die weiteren Prioritäten in Klammern dahinter aufgeführt. Eine genaue Zuordnung der Prioritäten zu den einzelnen Funktionen ist immer durch die Tabelle im Anhang gewährleistet (siehe Anhang 1).

1.3.1 Funktionsübergreifend formulierbare Validierungsziele

Diese Validierungsziele können auf alle Funktionen angewandt werden und sind für alle Funktionen gleich definiert. Sie müssen i.d.R. nicht funktionspezifisch angepasst werden. In Einzelfällen kann es allerdings Sinn machen, funktionsübergreifende Ziele ergänzend funktionspezifisch zu erweitern. Sollte ein solcher funktionspezifischer Zuschnitt notwendig sein, so wird ein gesondertes funktionspezifisches Validierungsziel angelegt.

Tabelle 2: Funktionsübergreifende technische Validierungsziele

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_UE_1	Ordnungsmäßigkeit	V	Merkmale von Software, die bewirken, dass die Software anwendungsspezifische Normen oder Vereinbarungen oder gesetzliche Bestimmungen und ähnliche Vorschriften erfüllt.	- Konformität zur Straßenverkehrsordnung (StVO). Hier ist gemeint, dass durch die Funktion keine Anweisungen gegen die StVO gegeben werden, also vereinbar damit ist. - Einhaltung von Grenzwerten für die Emission von Funkwellen	mittel
TVZ_UE_2	IT-Sicherheit	V	Prüfung, ob über kompromittierte Daten ein Fehlverhalten/ Funktionsversagen provoziert werden kann.	Anzahl der provozierten Fehler	mittel
TVZ_UE_3	IT-Sicherheit	V	Prüfung ob die Privatheit der versendeten Daten gewährleistet ist		mittel
Zuverlässigkeit					
TVZ_UE15	Fehlertoleranz	V	Prüfung ob das System bei einzelnen inhaltlich fehlerhaften Nachrichten sinnvoll weiterarbeitet.	Anzahl der provozierten Berechnungsfehler	mittel, (hoch, gering)
TVZ_UE16	Fehlertoleranz	O	Bestimmung der Abweichung der Erwartung zum Berechnungswert beim Einspielen inhaltlich falscher Daten	Abweichung der Ergebnisse von einer korrekten Referenz im Verhältnis zur: - Anzahl falscher Informationen - Abweichung der Falschinformationen von ihrem Sollwert.	mittel, (hoch, gering)
TVZ_UE17	Robustheit	V	Prüfung ob das System bei technisch fehlerhaften Nachrichten, bei Überlast (Message Spamming) sinnvoll weiterarbeitet.	Verhältnis Anzahl fehlerhafter Nachrichten/ Systemausfälle	gering (hoch)
TVZ_UE4	Reife	V	Geringe Versagenshäufigkeit durch Fehlerzustände.	- Anzahl der Ausfälle der Funktion - Verfügbarkeit der Funktion über einen definierten Zeitraum - Maximale Dauer eines Ausfalls des Systems im Fahrzeug - Ausfallzeit im Durchschnitt	mittel



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
				- Mean Time to Repair (MTTR, mittlere Dauer der Wiederherstellung nach einem Ausfall) - Mean Time between Failure (MTBF, mittlere Betriebszeit zwischen zwei auftretenden Fehlern ohne Reparaturzeit)	
TVZ_UE6	Wiederherstellbarkeit	V	Prüfung ob die Funktion nach einem Ausfall ohne Datenverlust/Funktionseinschränkung automatisch weiterarbeiten kann? Insbesondere auf Infrastruktureseite zu prüfen.	1. Dauer des Neustart bis zur vollen Funktionsfähigkeit 2. Durchschnittliche Dauer des Neustart bis zur vollen Funktionsfähigkeit	mittel
Effizienz					
TVZ_UE7	Verbrauchsverhalten	O	Die benötigten Ressourcen auf dem Car-PC/Infrastruktur sind zu minimieren, z.B. - CPU-Ressourcen - RAM Ressourcen - HDD Ressourcen		mittel
TVZ_UE8	Verbrauchsverhalten	O	Anzahl und Dauer der benötigten Betriebsmittel bei der Erfüllung der Funktionen. Netzauslastung: - Netzauslastung zwischen ITS-VS (CCU) und ITS-RS (RSU) - Speicherverbrauch der Funktion auf der ITS-VS - Speicherverbrauch der Funktion auf der ITS-RS		mittel
TVZ_UE9	Zeitverhalten	O	Das Zeitverhalten der Funktion bis zum Erreichen eines funktionalen Zustands (z.B. Bundle-Startzeit im OSGi Framework) ist zu minimieren	Initialisierungszeit	mittel
Änderbarkeit					
TVZ_UE10	Testbarkeit	V	Prüfung ob sich die Funktion mit dem im Projekt definierten Testsystemen testen lässt. - Vorhandensein einer Loggingschnittstelle - Werden alle funktionsrelevanten Daten geloggt?		mittel
TVZ_UE11	Analysierbarkeit	V	Aus den geloggtten Daten muss hervorgehen, ob die Funktion „erfolgreich“ arbeitet und wenn nicht, warum nicht.		mittel

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Übertragbarkeit					
TVZ_UE12	Konformität	V	Grad, in dem die Software Normen oder Vereinbarungen zur Übertragbarkeit erfüllt. - OSGI Konformität - Einhaltung der ETSI Standards für C2C Kommunikation		mittel
TVZ_UE13	Koexistenz	V	Die Funktion darf nicht durch andere Funktion in ihrem Wirkungsbereich beeinträchtigt werden.	1. Zeitverhalten der Funktion mit anderen Funktionen 2. Zeitverhalten der Funktion ohne andere Funktionen 3. Vergleich Anzahl der Ausfälle	mittel
Nutzungseigenschaften					
TVZ_UE14	Betriebssicherheit	V	Prüfung ob der Betrieb der Funktion die Betriebssicherheit des Systems Fahrzeug gefährdet	Betriebssicherheit des Systems Kontrollierbarkeit des Systems	hoch

1.3.2 Funktionsspezifische Validierungsziele

Im Folgenden werden die funktionsspezifischen Validierungsziele für jede Funktion einzeln aufgeführt und erläutert. Um ein besseres Verständnis zu erreichen ist der Beschreibung der Validierungsziele jeweils eine Kurzbeschreibung der Funktion vorangestellt. Diese ist aus dem Spezifikationsleitfaden [6] der jeweiligen Funktion übernommen worden.

F_1.1.1 Infrastrukturseitige Datenerfassung

Kurzbeschreibung der Funktion: Die durch stationäre Detektorik erfassten Verkehrsdaten werden von der Verkehrszentrale bereitgestellt. Durch stationäre Detektoren können die lokalen Verkehrskenngrößen Belegungsgrad, Verkehrsstärke, mittlere Geschwindigkeit erfasst werden

Die an den stationären Umfelddatenerfassungseinrichtungen des SWIS-Systems (Straßenwetterinformationssystem) und der Verkehrsbeeinflussungsanlagen erfassten Daten werden von der Verkehrszentrale bereitgestellt. Als örtlichen Witterungsbedingungen können z.B. Sichtweite, Niederschlag, Glätte erfasst werden.

Nicht alle Glättemeldeanlagen des SWIS und Wetterstationen der SBA sind mit der gleichen Anzahl/Art der Sensoren ausgerüstet.

Tabelle 3: tVZ – F112 infrastrukturseitige Datenerfassung

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.1.1_7	Angemessenheit	V	Prüft die Angemessenheit der Funktionsrealisierung im Hinblick auf das zu erreichende Ziel.		hoch
TVZ_F1.1.1_1	Richtigkeit	V	Es werden die richtigen (Verkehrs-) Informationen (Temperaturen, Glätte, Sichtweite, Niederschlag, Verkehrsdichte, Verkehrsflussinformationen) von stationären Detektoren an die Verkehrszentrale übermittelt.	<ul style="list-style-type: none"> - Ortsangabe der Wetterinformationen. - Zeitangabe der Wetterinformationen. - Wetterbeschreibung (z.B. Niederschlagsmenge pro Quadratmeter, Lufttemperatur, Bodentemperatur) - Differenz zwischen tatsächlicher Wetterlage und reermittelter Wetterlage bezüglich Wetterbeschreibung. 	hoch
TVZ_F1.1.1_2	Interoperabilität	V	Feststellen der Interoperabilität zu den Datensenzen (korrekte Codierung, korrektes Protokoll)	Anzahl der Kodierungsfehler, Protokollverletzungen.	mittel
Effizienz					
TVZ_F1.1.1_5	Zeitverhalten	V	Prüfung ob Änderungen in der durch stationäre Detektorik erfassten Verkehrsdaten (Belegungsgrad, Verkehrsstärke, mittlere Geschwindigkeit) zeitnah zur Verfügung gestellt werden	<ul style="list-style-type: none"> - Max. Zeit zwischen der Änderung der Verkehrssituation und der Bereitstellung der Daten durch die Funktion - Durchschnittliche Zeit zwischen der Änderung der Verkehrssituation und der Bereitstellung der Daten durch die Funktion 	hoch



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
TVZ_F1.1.1_6	Zeitverhalten	V	Prüfung ob Änderungen der Wetterlage in der durch Umfelddatenerfassungseinrichtungen des SWIS-Systems (Sichtweite, Niederschlag, Glätte) zeitnah zur Verfügung gestellt werden	<ul style="list-style-type: none">- Max. Zeit zwischen der Änderung der Wetterlage und der Bereitstellung der Daten durch die Funktion- Durchschnittliche Zeit zwischen der Änderung der Wetterlage und der Bereitstellung der Daten durch die Funktion	hoch

F_1.1.2 Fahrzeugseitige Datenerfassung

Kurzbeschreibung der Funktion: Zentral erfasste Fahrzeugdaten werden anderen Kommunikationspartnern zur Verfügung gestellt. Dies geschieht zum einen durch periodische Meldungen („Cooperative Awareness Messages“).

Zum anderen werden Daten gesammelt und aggregiert an die Zentrale geschickt. Speziell wird auch das zFahrziel aus einer Navigationskomponente an eine Zentrale geschickt.

- A1.1.2.1 Bereitstellung der Reiseziele: Reiseziele aus dem Navigationssystem des Fahrzeugs werden an die Verkehrszentrale zur Weiterverarbeitung gesendet.
- A1.1.2.2 Bereitstellung FCD: Der Anwendungsfall stellt Fahrzeugdaten über das aktuelle Fahrverhalten (z.B. Beschleunigung/ Verzögerung, Position des Fahrzeugs), die aktuelle Umgebungssituation des Fahrzeugs (z.B. Temperatur) und die aktuelle Fahrzeugsituation (z.B. Licht, Crashesensor) per Kommunikation anderen Fahrzeugen bzw. der Infrastruktur zur Verfügung. Er stellt die aktuellen Daten für Nachrichten zusammen, die zyklisch an die Fahrzeuge und Infrastruktur in der Umgebung ausgesandt werden. Außerdem aggregiert der Anwendungsfall Fahrzeugdaten (z.B. Geschwindigkeitsverläufe, Positionsketten, ...), die an RSUs bzw. eine Zentrale geschickt werden.

Tabelle 4: tVZ – F112 fahrzeugseitige Datenerfassung

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.1.2_1	Angemessenheit	V	Die Funktion muss die angeforderten Daten in Nachrichten kodieren und versenden.	- Verhältnis zwischen angeforderten Daten und den tatsächlich versendeten Daten. Die Funktion muss mindestens 90% ² der angeforderten Daten in Nachrichten kodieren und versenden	hoch
TVZ_F1.1.2_2	Richtigkeit (A1.1.2.2 Bereitstellung FCD)	V	Die relevanten Informationen (z.B. Beschleunigung-/Verzögerung-, Positions-, Temperatur-, Licht-, Crashesensordaten) werden korrekt erfasst und an die Infrastruktur kommuniziert.	- Die empfangenen Daten entsprechen den tatsächlichen Zuständen zum Aufnahmedatum.	hoch

² Quelle: Spezifikation der Funktion (siehe [6])



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
TVZ_F1.1.2_3	Richtigkeit (A1.1.2.2 Bereitstellung FCD)	V	Die relevanten Daten (z.B. Beschleunigung/ Verzögerung, Position des Fahrzeugs, Temperatur, Licht, Crashesensor) werden rechtzeitig an die Infrastruktur kommuniziert.	- Latenz (Aufnahme der Daten durch Fahrzeugsensoren und Verfügbarkeit in der Verkehrszentrale)	hoch
TVZ_F1.1.2_4	Richtigkeit (A1.1.2.1 Bereitstellung der Reiseziele)	V	Es werden die richtigen Reiseziele (und momentaner Standort) der Fahrzeuge an die Verkehrszentrale übermittelt.		hoch
TVZ_F1.1.2_5	Interoperabilität	V	Feststellen der Interoperabilität zu den Datensenden (korrekte Codierung, korrektes Protokoll)	Anzahl der Kodierungsfehler, Protokollverletzungen.	hoch
Zuverlässigkeit					
TVZ_F1.1.2_6	Fehlertoleranz	V	Die Funktion plausibilisiert die Korrektheit der Daten über gegebene Wertebereiche. Die Plausibilisierung ist zu prüfen	Verhältnis der Anzahl falscher Datensätze zu erkannten Datenfehlern	mittel
Effizienz					
TVZ_F1.1.2_7	Zeitverhalten	V	Prüfung der Einhaltung vordefinierter CAM Sendezyklen	Anzahl der Zyklenverletzungen	mittel
TVZ_F1.1.2_8	Zeitverhalten	V	Prüfung der Einhaltung maximal erlaubter Latenzen (500 ms ³) zwischen dem Erkennen einer definierten Situation (Leitfaden) und dem Versenden von ProbeVehicleData bzw. Navigationszielen.	Verhältnis zwischen Anzahl der rechtzeitig versendeten Datensätze zu den verspätet bzw. gar nicht gesendeten Datensätzen.	mittel

³ Quelle: Spezifikation der Funktion (siehe [6])

F_1.1.3 Ermittlung der Verkehrswetterlage

Kurzbeschreibung der Funktion: Die Witterungsverhältnisse im Straßennetz werden durch Fusion der an stationären Umfelddatenerfassungseinrichtungen und durch fahrzeugseitige Sensorik erfassten Umfelddaten (A_1.1.2.2 Bereitstellung FCD) sowie Wettermeldungen (A_2.1.3.1 Straßenwetterwarnung) ermittelt und bereitgestellt.

Tabelle 5: tVZ – F113 Ermittlung der Verkehrswetterlage

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.1.3_1	Angemessenheit	V	Prüfung der räumlichen Auflösung/Genauigkeit der Wetterinformationen. Wetterereignisse werden in der für eine sinnvolle Verkehrssteuerung geeigneten Auflösung geliefert		hoch
TVZ_F1.1.3_2	Richtigkeit	V	Die Genauigkeit der örtlichen und zeitlichen Auflösung der Verkehrswetterlage ist ausreichend.	- Ortsangabe der Wetterinformationen. - Zeitangabe der Wetterinformationen.	hoch
TVZ_F1.1.3_3	Richtigkeit	V	Es wird die richtige Verkehrswetterlage ermittelt (d.h. u.a. dass Ereignisse die sich nur gering im Ort oder Intensität unterscheiden als „dasselbe“ Ereignis erkannt werden).	- Ortsangabe der Wetterinformationen. - Zeitangabe der Wetterinformationen. - Wetterbeschreibung (z.B. Niederschlagsmenge pro Quadratmeter, Lufttemperatur, Bodentemperatur) - Differenz zwischen Tatsächlicher Wetterlage und ermittelten Wetterlage bezüglich Wetterbeschreibung.	hoch
TVZ_F1.1.3_4	Richtigkeit	V	Informationen zur Verkehrswetterlage liegen genügend frühzeitig für die Abonnenten vor.	- Zeitangabe der Wetterinformationen.	hoch
TVZ_F1.1.3_5	Interoperabilität	V	Feststellen der Interoperabilität zu den Datensenden (korrekte Codierung, korrektes Protokoll)	Anzahl der Kodierungsfehler, Protokollverletzungen.	mittel
Zuverlässigkeit					
TVZ_F1.1.3_6	Fehlertoleranz	V	Prüfung ob das System (technisch/inhaltlich) fehlerhafte Nachrichten ignoriert.	Verhältnis Anzahl fehlerhafter Nachrichten zur Anzahl ignorierte Nachrichten.	mittel
TVZ_F1.1.3_7	Robustheit	V	Prüfung, ob das System auch bei widersprüchlichen falschen Wetterinformationen nicht abstürzt.	Verhältnis Anzahl Systemversagen nach Eingabe widersprüchlicher Informationen.	gering



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Effizienz					
TVZ_F1.1.3_8	Zeitverhalten	V	Rechtzeitige Aktualisierung der Daten bei Änderung der Situation: Zeit zwischen der Änderung der Verkehrswetterlage und der Meldung der Änderung durch die Funktion	- Max. Zeit zwischen der Änderung der Situation und der Meldung der Änderung durch die Funktion. - Durchschnittliche Zeit zwischen der Änderung der Situation und der Meldung der Änderung durch die Funktion.	mittel

F_1.1.4 Ermittlung der Verkehrslage

Kurzbeschreibung der Funktion: Durch Fusion der an stationären Detektoren erfassten Verkehrskenngrößen und der fahrzeugseitig erfassten Daten (FCD) wird die Verkehrslage berechnet und bereitgestellt. Abschnittsbezogene Reisezeiten werden modellgestützt ermittelt.

- Anwendungsfall A_1.1.4.1 Bereitstellung Gesamtverkehrslage: Durch Fusion der an stationären Detektoren erfassten Verkehrskenngrößen und der fahrzeugseitig erfassten Daten (FCD) wird die Verkehrslage berechnet und bereitgestellt.
- Anwendungsfall A_1.1.4.2 Bereitstellung Reisezeiten: Anhand einer modellgestützten Auswertung der Gesamtverkehrslage werden aktuelle Reisezeiten auf Abschnitten zwischen Knotenpunkten ermittelt, prognostiziert und für übergeordnete Anwendungen bereitgestellt.

Tabelle 6: tVZ – F114 Ermittlung der Verkehrslage

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.1.4_7	Angemessenheit	V	Prüft die Angemessenheit der Funktionsrealisierung im Hinblick auf das zu erreichende Ziel.		hoch
TVZ_F1.1.4_1	Richtigkeit (A_1.1.4.1 Bereitstellung Gesamtverkehrslage)	V	Prüfung, ob die Verkehrslage richtig ermittelt wird		hoch
TVZ_F1.1.4_2	Richtigkeit (A_1.1.4.2 Bereitstellung Reisezeiten)	V	Prüfung, ob die richtige Berechnung der Reisezeit durch die Funktion bereitgestellt wird		hoch
TVZ_F1.1.4_3	Interoperabilität		Feststellen der Interoperabilität zu den Datensenden (korrekte Codierung, korrektes Protokoll)	Anzahl der Kodierungsfehler, Protokollverletzungen.	mittel
Zuverlässigkeit					
TVZ_F1.1.4_4	Fehlertoleranz	V	Prüfung ob das System bei einzelnen inhaltlich fehlerhaften Nachrichten sinnvoll weiterarbeitet	Anzahl der provozierten Berechnungsfehler	mittel
TVZ_F1.1.4_5	Fehlertoleranz	O	Bestimmung der Abweichung von Erwartung zum Berechnungswert beim einspielen inhaltlich falscher Daten	Abweichung der Ergebnisse von einer korrekten Referenz im Verh. zzur: - Anzahl falscher Informationen - Abweichung der Falschinformationen von ihrem Sollwert.	gering

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Effizienz					
TVZ_F1.1.4_6	Zeitverhalten	V	Rechtzeitige Aktualisierung der Daten bei Änderung der Situation: Zeit zwischen der Änderung der Verkehrslage und der Meldung der Änderung durch die Funktion	- Max. Zeit zwischen der Änderung der Situation und der Meldung der Änderung durch die Funktion. - Durchschnittliche Zeit zwischen der Änderung der Situation und der Meldung der Änderung durch die Funktion.	mittel

F_1.1.5 Identifikation von Verkehrseignissen

Kurzbeschreibung der Funktion: Verkehrseignisse können geplant oder ungeplant auftreten. Geplante Ereignisse sind z.B. Baustellen, ungeplante Ereignisse z.B. Pannen von Fahrzeugen und Unfälle. In einer späteren Ausbaustufe der Funktion könnten auch sonstige Hindernisse (verlorene Ladungen, Aufenthalt von Personen in gefährdeten Bereichen etc.) in Betracht gezogen werden.

Anhand der infrastrukturseitig erfassten Daten identifiziert die Funktion die Verkehrseignisse. Diese ermittelten Informationen werden den darauf aufbauenden Anwendungen (Funktionen) zur Weiterverarbeitung bereitgestellt.

- Anwendungsfall A_1.1.5.1 Identifikation von geplanten Verkehrseignissen: Informationen zu geplanten Verkehrseignissen wie (Tages-)Baustellen, Wanderbaustellen, Streckensperrungen werden durch die Verkehrszentrale bereitgestellt.
- Anwendungsfall A_1.1.5.2 Identifikation von ungeplanten Verkehrseignissen: Informationen über die Art und aktuelle Position von ungeplanten Verkehrseignissen wie Pannen, Unfälle, verlorene Ladung, Personen auf der Fahrbahn werden über infrastrukturseitige Erfassungseinrichtungen identifiziert und bereitgestellt.

Tabelle 7: tVZ – F115 Identifikation von Verkehrseignissen

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.1.5_1	Angemessenheit	V	Prüft die Angemessenheit der Funktionsrealisierung im Hinblick auf das zu erreichende Ziel.		hoch
TVZ_F1.1.5_2	Richtigkeit	V	Korrekte Weiterleitung und Identifizierung von Verkehrseignissen		hoch
TVZ_F1.1.5_4	Interoperabilität		Feststellen der Interoperabilität zu den Datensenden (korrekte Codierung, korrektes Protokoll)	Anzahl der Kodierungsfehler, Protokollverletzungen.	mittel
Zuverlässigkeit					
TVZ_F1.1.5_5	Fehlertoleranz	V	Prüfung ob das System bei einzelnen inhaltlich fehlerhaften Nachrichten sinnvoll weiterarbeitet.	Anzahl der provozierten Berechnungsfehler	mittel
TVZ_F1.1.5_6	Fehlertoleranz	O	Bestimmung der Abweichung von Erwartung zum Berechnungswert beim einspielen inhaltlich falscher Daten	Abweichung der Ergebnisse von einer korrekten Referenz im Verh. Zur: - Anzahl falscher Informationen	mittel

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
				- Abweichung der Falschinformationen von ihrem Sollwert.	
Effizienz					
TVZ_F1.1.5_7	Zeitverhalten	V	Rechtzeitige Aktualisierung der Daten bei Änderung der Situation: Zeit zwischen Aufkommens eines Verkehrereignisses und der Meldung der Änderung durch die Funktion	- Max. Zeit zwischen der Änderung der Situation und der Meldung der Änderung durch die Funktion. - Durchschnittliche Zeit zwischen der Änderung der Situation und der Meldung der Änderung durch die Funktion.	hoch

F_1.2.1 Straßenvorausschau

Kurzbeschreibung der Funktion: Diese Funktion **informiert** den Fahrer über verkehrlich relevante Ereignisse in seiner unmittelbaren Umgebung. Dazu werden Daten verschiedener Quellen gesammelt und uninterpretiert (d.h. ohne Handlungsaufforderung) zur Anzeige gebracht. Mögliche Quellen sind andere Fahrzeuge (Durchschnittsgeschwindigkeiten, Reibwerte etc) oder Verkehrsinfrastruktur (Verlustzeiten, Straßenwetter, Umleitungsempfehlungen etc). Die Nutzung der Funktion ist sowohl städtisch, überland als auch auf Autobahnen möglich.

- Anwendungsfall A_1.2.1.1 Streckenbezogene Anzeige von Durchschnittsgeschwindigkeiten vorausfahrender Fahrzeuge: Der Empfänger erhält (aggregierte) Informationen der Durchschnittsgeschwindigkeiten vorausfahrender Fahrzeuge auf seiner Strecke. Diese Informationen können angezeigt werden, z.B. in Form eines Geschwindigkeitsverlaufs.
- Anwendungsfall A_1.2.1.2 Ortsbezogene Anzeige von Hindernissen: Der Empfänger erhält Informationen über detektierte Hindernisse. Dies umfasst u.a. den Standort und die Art des Hindernisses. Diese Daten werden für den Nutzer zur Anzeige gebracht.
- Anwendungsfall A_1.2.1.3 Ortsbezogene Anzeige von Straßenwetter: Der Empfänger erhält Informationen über verkehrlich relevante Straßenwetter-Ereignisse im Umkreis von einer Stunde Fahrt mit der aktuellen Durchschnittsgeschwindigkeit (alternativ im Radius von 50 km). Dies umfasst u.a. den Bereich und die Art des Wetterereignisses. Diese Daten werden für den Nutzer zur Anzeige gebracht, wenn er sich in die Richtung des Wetterereignisses bewegt. Plausibilisierung der Anzeige gegenüber Funktion F1.1.2 Fahrzeugseitige Datenerfassung.

Tabelle 8: tVZ – F121 Straßenvorausschau

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.2.1_1	Angemessenheit	V	Prüfung über die Angemessenheit und Gewichtung der gemeldeten Ereignisse (örtliche Relevanz, zeitliche Relevanz, Wichtigkeit des Ereignisses)		hoch
TVZ_F1.2.1_2	Richtigkeit (A1.2.1.1 Streckenbezogene Anzeige von Durchschnittsgeschwindigkeiten vorausfahrender Fahrzeuge)	V	Richtiges Erkennen der Durchschnittsgeschwindigkeiten der vorausfahrenden Fahrzeuge (Umkreis von X nach einer Verzögerung von Y erfassen)	Verhältnis der richtig ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeiten zu den falsch ermittelten Durchschnittsgeschwindigkeiten	mittel
TVZ_F1.2.1_3	Richtigkeit (A1.2.1.2 Ortsbezogene Anzeige von Hindernissen)	V	Richtiges Erkennen der Hindernisse	Verhältnis Anzahl der Hindernisse/Anzahl der detektierten Hindernisse	mittel

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
TVZ_F1.2.1_4	Richtigkeit (A1.2.1.2 Ortsbezogene Anzeige von Hindernissen)	V	Richtige Ortung des Hindernisses	Verhältnis Anzahl der Hindernisse/Anzahl der falsch detektierten Hindernisse	mittel
TVZ_F1.2.1_5	Richtigkeit (A1.2.1.3. Ortsbezogene Anzeige von Straßenwetter)	V	Richtiges Erkennen der Wettersituation	Verhältnis Anzahl der definierten Wettersituationen /Anzahl der detektierten Wettersituationen	mittel
TVZ_F1.2.1_6	Richtigkeit (A1.2.1.3 Ortsbezogene Anzeige von Straßenwetter)	V	Richtige Ortung der Wettersituation	Verhältnis Anzahl der definierten Wettersituationen /Anzahl der detektierten Wettersituationen	mittel
Effizienz					
TVZ_F1.2.1_9	Zeitverhalten	V	Rechtzeitige Aktualisierung der Daten bei Änderung der Situation (Änderung der Durchschnittsgeschwindigkeiten, auftauchen von Hindernissen)	- Max. Zeit zwischen Änderung der Situation und Anzeige der Information - Durchschnittliche Zeit zwischen Änderung der Situation und Anzeige der Information	mittel

F_1.2.2 Baustelleninformationssystem

Kurzbeschreibung der Funktion: Diese Funktion liefert räumlich und zeitlich aufgelöste Informationen über die Streckengeometrie und Verkehrslage in einer Baustelle an den Fahrer oder das Fahrzeug.

Dazu werden Streckengeometrie-Daten (Baustellenanfang, -ende, Spüranzahl) aus bereits vorhandenen Systemen der Straßenbetreiber verarbeitet, durch die aktuelle Verkehrslage in der Baustelle, welche durch vorausfahrende Fahrzeuge gemessen wurde, ergänzt und als Baustelleninformation ausgegeben. Der Fahrer ist somit über Baustellenlänge, potentielle Gefahren durch Fahrstreifensperrung und voraussichtliche Durchfahrtszeit informiert.

Die Nutzung der Funktion ist vorwiegend für Autobahnen gedacht.

- Anwendungsfall A_1.2.2.1 Streckengeometrie im Umfeld der Baustelle: Die Anwendung „Streckengeometrie im Umfeld der Baustelle“ stellt Fahrzeugen zu Beginn eines relevanten Streckenabschnitts Geometrieinformationen über den diesen Abschnitt bereit. Diese Anwendung läuft auf einer vor dem Baustellenbereich aufgebauten IRS, welche die Informationen zu den Streckenabschnitten aus der Versuchszentrale bezieht. Der Fahrer erhält somit Informationen über die Lage von Spersperrungen und Baustellenlänge sowie Baustellendauer, Baumaßnahmen, usw. Die Nutzung der Funktion ist vorwiegend für Autobahnen gedacht und dient der Fahrerinformation.
- Anwendungsfall A_1.2.2.2 Verkehrslage im Umfeld der Baustelle: Die Anwendung „Verkehrslage im Umfeld der Baustelle“ besteht aus einem Informationskreislauf, bei dem Fahrzeuge zu Beginn eines relevanten Streckenabschnitts Verkehrslageinformationen über die Strecke von der IRS bekommen, während der Durchfahrt durch den Streckenabschnitt eigene Geschwindigkeitsdaten aufzeichnen und am Ende des Streckenabschnitts ihre Geschwindigkeitsdaten zur Verkehrszustandsanalyse an die IRS übermitteln. Die Fahrzeuge liefern nach der Streckendurchfahrt räumlich und zeitlich hochgenau aufgelöste Daten (FCD) über die Geschwindigkeit im Verlauf des Streckenabschnitts, der eine Verkehrsstörung beinhaltet. Diese Verkehrsstörung besteht im Fall der Baustelleninformation aus einer Baustelle, ggf. in Kombination mit einem Verkehrsstau vor der Baustelle. Nachdem die Fahrzeuge am Anfang der Störstelle eine Nachricht von einer IRS empfangen haben, zeichnen die Fahrzeuge ihre Geschwindigkeitsverläufe auf. Außerdem erhalten sie von der IRS Informationen über die Verkehrslage im voraus liegenden Streckenabschnitt, die z. B. dem Fahrer angezeigt wird. Der Fahrer erhält somit Informationen über Anfang und Ende eines Verkehrsstaus sowie zusätzliche Informationen zur aktuellen Reisezeit etc.

Tabelle 9: tVZ – F122 Baustelleninformationssystem

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.2.2_1	Angemessenheit	V	Prüfung über die Angemessenheit und Gewichtung der gemeldeten Ereignisse (örtliche Relevanz, zeitliche Relevanz, Wichtigkeit des Ereignisses)		hoch
TVZ_F1.2.2_2	Richtigkeit (Streckengeometrie im Umfeld der Baustelle)	V	Richtige Darstellung der Streckengeometrie (Baustellenanfang, -ende, Spuranzahl)		mittel
TVZ_F1.2.2_3	Richtigkeit (Verkehrslage)	V	Ermittlung der richtigen Verkehrslageinformationen (Durchschnittsgeschwindigkeit, voraussichtliche Durchfahrtszeit)		mittel
Effizienz					
TVZ_F1.2.2_7	Zeitverhalten	V	Rechtzeitige Aktualisierung der Daten bei Änderung der Situation (Änderung der Durchschnittsgeschwindigkeiten, auftauchen von Hindernissen)	- Max. Zeit zwischen Änderung der Situation und Anzeige der Information - Durchschnittliche Zeit zwischen Änderung der Situation und Anzeige der Information	mittel

F_1.2.3 Erweiterte Navigation

Kurzbeschreibung der Funktion: Diese Funktion informiert das Navigationssystem eines Fahrzeugs über verkehrlich relevante Ereignisse. Diese können sich in der lokalen Umgebung des Fahrzeugs befinden sowie darüber hinaus. Die Daten der verschiedenen Quellen werden gesammelt und vom Navigationssystem bei der Routenplanung und -führung berücksichtigt.

Mögliche Quellen sind andere Fahrzeuge oder die zentralseitige Verkehrsinfrastruktur.

Der Empfänger erhält vom Sender Informationen über durchschnittliche Geschwindigkeiten und Reisezeiten auf entfernten Abschnitten des Straßennetzes. Diese Informationen dienen zur Änderung der bei der Routenberechnung verwendeten Kantengewichte. Bei signifikanten Änderungen der Verkehrslage Abschnitten der Route erfolgt eine Neuberechnung der Route.

Tabelle 10: tVZ – F123 erweiterte Navigation

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.2.3_1	Angemessenheit	V	Prüfung über die Angemessenheit der Navigationsneuberechnung (örtliche Relevanz, zeitliche Relevanz)		hoch
TVZ_F1.2.3_2	Angemessenheit	V	Prüfung über die Angemessenheit und Gewichtung der gemeldeten Ereignisse (örtliche Relevanz, zeitliche Relevanz, Wichtigkeit des Ereignisses)		hoch
TVZ_F1.2.3_3	Angemessenheit	O	Ermittlung der für die erweiterte Navigation zu berücksichtigen Informationen und deren Gewichtung (Welche Daten aus welcher Entfernung werden wie in die Berechnung mit einbezogen?)		hoch
TVZ_F1.2.3_4	Richtigkeit	V	Richtige Fusion der Ergebnisse aus verschiedenen Quellen (Berücksichtigung der Relevanz).		mittel
TVZ_F1.2.3_5	Interoperabilität	V	Prüfung der sinnvollen Interoperation mit der Fahrzeugnavigation.		gering

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Effizienz					
TVZ_F1.2.3_9	Zeitverhalten	V	Rechtzeitige Aktualisierung der Daten bei Änderung der Situation (Änderung der Durchschnittsgeschwindigkeiten, auftauchen von Hindernissen)	- Max. Zeit zwischen Änderung der Situation und Anzeige der Information - Durchschnittliche Zeit zwischen Änderung der Situation und Anzeige der Information	mittel

F_1.3.1 Umleitungsmanagement

Kurzbeschreibung der Funktion: Der Fahrer wird bei Störungen auf der Hauptroute über Alternativrouten im Netz informiert, mit denen er eine geringere Reisezeit erreichen kann.

In der Verkehrszentrale werden Störungen im Straßennetz identifiziert und entsprechende Strategien für das Umleitungsmanagement aktiviert. Die verfügbare Kapazität der Alternativrouten wird auf der Grundlage der Daten zur Gesamtverkehrslage sowie unter Berücksichtigung der identifizierten Verkehrsereignisse geprüft. Umleitungsempfehlungen werden an die Fahrzeuge gesendet. Die Umleitungsempfehlung wird hinsichtlich ihrer Relevanz für die Fahrtroute des jeweiligen Fahrzeugs geprüft und an den Fahrer weitergegeben. Im Fall von Störungen werden Umleitungsempfehlungen generiert, die eine Verkürzung der Fahrzeit und/oder eine Entlastung der gestörten Route bewirken können. Die Umleitungsempfehlungen werden für jeden relevanten Entscheidungspunkt (Autobahnknotenpunkt oder Anschlussstelle) durch einen Vergleich der Reisezeiten auf der Hauptroute mit den möglichen Alternativrouten ermittelt und als Textmeldung bereitgestellt.

Tabelle 11: tVZ – F131 Umleitungsmanagement

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.3.1_1	Angemessenheit	V	Prüfung der Angemessenheit der Umleitungsempfehlung (örtliche Relevanz, zeitliche Relevanz)		hoch
TVZ_F1.3.1_2	Richtigkeit (A_1.3.1.1 Umleitungsempfehlung)	V	Liefern der richtigen oder vereinbarten Ergebnisse zur Situationserkennung, z. B.: 1. Richtigkeit der Ortsbestimmung des eigenen Fahrzeugs Richtigkeit der Störungserkennung (Die Störung ist wirklich eine Störung) 3. Richtige Lokalisierung der Störinformationen 4. Richtige zeitliche Identifikation der Störinformationen (Ist das Ego Fahrzeug betroffen) 5. Richtige Korrelation aus 1-4	- Absolute Anzahl der falschen Berechnungen - Verhältnis der richtigen Berechnungen zu den falschen Berechnungen	mittel
TVZ_F1.3.1_3	Richtigkeit (A_1.3.1.1 Umleitungsempfehlung)	O	Optimierung der Schwellwerte, die Auslöser für die Benachrichtigung der Fahrzeuge sind: 1. Optimierung der Schwellwerte für Reisezeit auf der Fahrtroute, 2. Optimierung der Schwellwerte für Entfernung von der Störstelle 3. etc.		mittel



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
TVZ_F1.3.1_4	Richtigkeit (A_1.3.1.1 Umleitungsempfehlung)	V	Liefern der richtigen oder vereinbarten Ergebnisse zur Umleitungsempfehlung, z. B. 1. Zeitliche Richtigkeit der Umleitungsempfehlung (Umleitung ist kürzer als die normale Stecke). 2. Ortsbezogene Richtigkeit der Umleitungsempfehlung (Führt mich die Umleitungsempfehlung zum richtigen Ziel). 3. Richtigkeit der zu erwartende Verlustzeiten	- Absolute Anzahl der falschen Berechnungen - Verhältnis der richtigen Berechnungen zu den falschen Berechnungen	mittel
Effizienz					
TVZ_F1.3.1_8	Zeitverhalten (A_1.3.1.1 Umleitungsempfehlung)	V	Rechtzeitige Aktualisierung der Daten bei Änderung der Situation (Änderung der Durchschnittsgeschwindigkeiten, auftauchen von Hindernissen)	- Max. Zeit zwischen erkennen einer Störung und versenden der Umleitungsempfehlung. - Durchschnittliche Zeit zwischen erkennen einer Störung und versenden der Umleitungsempfehlung. Die Bereitstellungszeit der Informationen sollte im Schnitt besser sein als bei vorhandenen Verfahren (TMC Meldungen) - Max. Zeit zwischen erkennen des Wegfalls einer Störung und dem versenden der Umleitungsempfehlungsaufhebung. - Durchschnittliche zwischen erkennen des Wegfalls einer Störung und dem Versenden der Umleitungsempfehlungsaufhebung. Die Bereitstellungszeit der Informationen sollte im Schnitt besser sein als bei vorhandenen Verfahren (TMC Meldungen) #SL-ISD2	mittel

F_1.3.2 Lichtsignalanlagen Netzsteuerung

Kurzbeschreibung der Funktion: Über infrastrukturseitige und fahrzeugseitige Erfassungseinrichtungen in F_1.1.1 und F_1.1.2 (z.B. Detektoren oder CCU's) wird die aktuelle Verkehrslage im Straßenverkehrsnetz erfasst und in F_1.1.4 in einem Verkehrsmodell zu einer räumlich-zeitlichen Repräsentation der Verkehrslage fusioniert.

Mit Hilfe eines Wirkungsmodells werden die Auswirkungen verschiedener Steuerungsalternativen für jede Lichtsignalanlage (LSA) für die nächsten 5 - 15 Minuten prognostiziert und dahingehend optimiert, dass eine minimale Verlustzeit sowohl für den Öffentlichen Personen Nahverkehr (ÖPNV) als auch für den motorisierten Individualverkehr (mIV) und den nicht motorisierten Individualverkehr (nmIV) entsteht. Die hieraus entstehenden optimalen Rahmensignalpläne werden an die Lichtsignalanlagen geschickt, die diese unmittelbar umsetzen und dadurch den Verkehrsfluss optimieren. Mit Hilfe der Daten von Fahrzeugen (Fahrstreifenposition, Richtung und Geschwindigkeit), die sich im Netz befinden, kann die LSA-Steuerung adaptiv angepasst und somit der Verkehrsfluss optimiert werden (z.B. Verlängerung der Freigabezeiten bei größeren Rückstaulängen).

Tabelle 12: tVZ – F132 Lichtsignalanlagen Netzsteuerung

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.3.2_1	Richtigkeit	V	Liefern der richtigen oder vereinbarten Ergebnisse zur Situationserkennung, z. B.: 1. Erkennen der ausgestatteten IV Fahrzeugen 2. Richtige Ortsbestimmung der IV – Fahrzeuge 3. Richtige Ermittlung der Geschwindigkeit der IV-Fahrzeuge 4. Richtige Ermittlung der Belastung für eine Fahrbeziehung (von Fahrstreifen nach Fahrstreifen) für verschiedene Fahrzeugklassen 5. Richtige Ermittlung der aktuellen Spurbelastung	- Absolute Anzahl der falschen Berechnungen - Verhältnis der richtigen Berechnungen zu den falschen Berechnungen	hoch
TVZ_F1.3.2_2	Richtigkeit	O	Optimierung der Schwellwerte und Gewichte für die Neuberechnung der Verkehrslage: 1. Dauer bzw. Anzahl der Messungen zur Ermittlung der Verkehrslage. 2. Art der Messung (Gewichtung zwischen statischen Detektoren und den Informationen aus dem Fahrzeug)		hoch



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
TVZ_F1.3.2_3	Richtigkeit	V	Liefern der richtigen oder vereinbarten Ergebnisse zur Weitergabe an das Verkehrsmodell bzw. die LSA 1. Richtige Berechnung der Ankunftszeiten an der mIV-Fahrzeuge an der LSA 2. Richtige Berechnung der Rahmensignalpläne für die LSA Steuerung 3. Die Verkehrslagemodellierung ist korrekt 4. Die Verkehrsprognose ist korrekt 5. Es dürfen keine falschen Rahmensignalpläne herausgegeben werden, die zu einem Fehlverhalten der LSA führen (könnte auch unter Robustheit LSA bearbeitet werden)	- Absolute Anzahl der falschen Berechnungen - Verhältnis der richtigen Berechnungen zu den falschen Berechnungen	hoch
TVZ_F1.3.2_4	Richtigkeit	O	Optimierung der Parameter des Verkehrsmodells		hoch
Zuverlässigkeit					
TVZ_F1.3.2_8	Konformität	V	Grad, in dem die Software Normen oder Vereinbarungen zur Zuverlässigkeit erfüllt.		mittel
Effizienz					
TVZ_F1.3.2_9	Zeitverhalten	V	Rechtzeitige Aktualisierung der Daten bei Änderung der Situation 1. Zeit zwischen der Änderung der Verkehrssituation und dem versenden des entsprechend geänderten Rahmensignalplans an die LSA	- Max. Zeit zwischen der Änderung der Verkehrssituation und dem versenden des entsprechend geänderten Rahmensignalplans an die LSA - Durchschnittliche Zeit zwischen der Änderung der Verkehrssituation und dem versenden des entsprechend geänderten Rahmensignalplans an die LSA	mittel

F_1.3.3 Lokale verkehrsabhängige LSA-Steuerung

Kurzbeschreibung der Funktion: Durch Kenntnis der genauen Position, Geschwindigkeit und weiterer Fahrzeugdaten des Individualverkehrs, öffentlichen Verkehrs und der Einsatzfahrzeuge kann die LSA für viele verkehrliche Situationen besser als bisher eine geeignete Steuerungsstrategie erzeugen und lokal umsetzen. Die lokale verkehrsabhängige LSA-Steuerung arbeitet in Bezug auf Ihren Einsatz am Knotenpunkt vollkommen autonom. Über die funktionale Verknüpfung mit der Lichtsignalanlagen-Netzsteuerung wird ihre Zusammenarbeit mit den Nachbarknotenpunkten optimiert. Mit Hilfe der Fahrzeugdaten wird die lokale LSA-Steuerung so angepasst, dass die Wartezeiten des Individualverkehrs minimiert werden.

- Szenario 1: Versatz, Verlängern, Verkürzen der Grünzeiten, angepasst an die sich nähernden Fahrzeugpuls.
- Szenario 2: Wenn keine konkurrierende Verkehrsanforderung vorliegt (also in der Regel in Schwachlastzeiten, beispielsweise in der Nacht), soll die lokale LSA-Steuerung ankommenden IV-Fahrzeugen eine ungestörte Durchfahrt ermöglichen.

Tabelle 13: tVZ – F133 Lokale verkehrsabhängige LSA-Steuerung

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F1.3.3_1	Angemessenheit	V	Prüfung der Auswirkungen der Funktion auf das gesamte Verkehrsgeschehen: Die Standzeiten der einzelnen Zufahrten bleiben angemessen.		hoch
TVZ_F1.3.3_2	Richtigkeit	V	Liefern der richtigen oder vereinbarten Ergebnisse zur Situationserkennung, z. B.: 1. Einsatzfahrzeuge der Polizei und der Feuerwehr werden erkannt. 2. ÖPNV Fahrzeuge werden richtig erkannt. 3. Positionen und Geschwindigkeit der ausgestatteten EGO Fahrzeuge (Fahrstreifen, Richtung, Geschwindigkeit) werden richtig erkannt 4. Position und Geschwindigkeit der Einsatzfahrzeuge der Polizei und der Feuerwehr werden erkannt damit sie priorisiert behandelt werden können 5. Position und Geschwindigkeit der Einsatzfahrzeuge	- Absolute Anzahl der falschen Berechnungen - Verhältnis der richtigen Berechnungen zu den falschen Berechnungen	mittel



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
			des ÖPNV werden erkannt damit sie priorisiert behandelt werden können 6. Ankunftszeit der Einsatzfahrzeuge der Polizei und der Feuerwehr an der LSA werden richtig berechnet und der Schaltvorgang der LSA entsprechend beeinflusst. 7. Ankunftszeit der ÖPNV Fahrzeuge werden richtig berechnet und der Schaltvorgang der LSA entsprechend beeinflusst.		
TVZ_F1.3.3_3	Richtigkeit	V	Liefern der richtigen oder vereinbarten Ergebnisse zur Weitergabe an das Verkehrsmodell bzw. die LSA 1. Die Berechnung des Aufeinandertreffens von Einsatzfahrzeug und Ego Fahrzeug ist korrekt 2. Die Berechnung des Aufeinandertreffens von ÖPNV Fahrzeug und Ego Fahrzeug ist korrekt	- Absolute Anzahl der falschen Berechnungen - Verhältnis der richtigen Berechnungen zu den falschen Berechnungen	mittel
Effizienz					
TVZ_F1.3.3_7	Zeitverhalten	V	Rechtzeitige Aktualisierung der Daten bei Änderung der Situation 1. Zeit vom EErkennen eines ankommenden ÖPNV Fahrzeugs bis zum Schaltvorgang in der LSA Steuerung 2. Zeit vom EErkennen eines ankommenden Einsatzfahrzeugs bis zum Schaltvorgang in der LSA Steuerung	- Max. Zeit vom EErkennen eines ankommenden ÖPNV Fahrzeugs bis zum Schaltvorgang in der LSA Steuerung - Durchschnittliche Zeit vom EErkennen eines ankommenden ÖPNV Fahrzeugs bis zum Schaltvorgang in der LSA Steuerung - Max. Zeit vom EErkennen eines ankommenden Einsatzfahrzeugs bis zum Schaltvorgang in der LSA Steuerung - Durchschnittliche Zeit vom EErkennen eines ankommenden Einsatzfahrzeugs bis zum Schaltvorgang in der LSA Steuerung	hoch

F_2.1.1 Hinderniswarnung

Kurzbeschreibung der Funktion: Zeit- und ortsnahe Warnung vor Hindernissen, welche aus unterschiedlichen Informationsquellen stammen. Im empfangenden Fahrzeug wird der Fahrer bei Annäherung rechtzeitig gewarnt.

Warnung vor Hindernissen auf der Fahrbahn, wie zum Beispiel havarierten und verunfallten Fahrzeugen und extrem langsamen Fahrzeugen, wie z.B. land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge, aber auch Warnung vor Baustellen und Baustellenfahrzeugen. Warnbaken (stationär, oder auf Fahrzeug) melden sicherheitsrelevante Informationen von Baustellen, wie z.B. Spersperrung, Baustellenfahrzeugen, Geschwindigkeitsbeschränkung, verschmutzte und glatte Fahrbahn durch Nahbereichskommunikation an annähernde Fahrzeuge. Hindernisinformationen können auch an Zentralen weitergegeben, bzw. von diesen übernommen werden.

Tabelle 14: tVZ – F211 Hinderniswarnung

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F2.1.1_1	Angemessenheit	V	Die Funktion muss liegengebliebene Fahrzeuge, Baustellen und Hindernisse erfassen können und bei Gefahr davor warnen.		hoch
TVZ_F2.1.1_2	Richtigkeit	V	Die Funktion muss liegengebliebene Fahrzeuge, Baustellen und Hindernisse korrekt erkennen (Position).	Erkennungsquote	hoch
TVZ_F2.1.1_3	Richtigkeit	V	Es soll vor für den Fahrer relevanten Hindernissen gewarnt werden.	Vergleich der eigenen Route mit Hindernissen	hoch
TVZ_F2.1.1_4	Richtigkeit	O	Die Zahl an falschen Warnungen (false positive) muss gering bleiben.		hoch
TVZ_F2.1.1_5	Richtigkeit	V	Die Funktion muss im Falle von Wanderbaustellen vorliegende Verkehrszeichen (z. B. Geschwindigkeitsbeschränkungen) korrekt wiedergeben.		hoch
TVZ_F2.1.1_6	Interoperabilität	V	Die Funktion kann die Signale des Baustellenfahrzeugs empfangen, verarbeiten und darstellen.		mittel



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Effizienz					
TVZ_F2.1.1_9	Zeitverhalten	V	ErkannteE Hindernisse müssen zeitnah dem Fahrer übermittelt werden.	Zeitpunkt der Hinderniserkennung Zeitpunkt der Warnausgabe Verzögerung muss kleiner als 1s sein ⁴	hoch
Änderbarkeit					
TVZ_F2.1.1_10	Testbarkeit	V	Die Funktion muss stichprobenartig die bekannte Verkehrssituation vor und nach einer Fusion sowie die fusionierten Daten loggen.		gering

⁴ Quelle: Spezifikation der Funktion (siehe [6])

F_2.1.2 Stauendewarnung

Kurzbeschreibung der Funktion: Der Fahrer eines Fahrzeugs wird rechtzeitig gewarnt, wenn er sich einem gefährlichen Stauende (schnelle Annäherung aus freier Fahrt, Stauende hinter einer Kuppe oder Kurve) nähert.

Der Stau muss zuvor lokal in einem einzigen Fahrzeug durch Verwendung von Detektionsalgorithmen erkannt worden sein oder er wird bei entsprechend hoher Ausrüstungsdichte aus den kommunizierten Geschwindigkeitsdaten der vorausfahrenden Fahrzeuge abgeleitet werden.

Tabelle 15: tVZ – F212 Stauendewarnung

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F2.1.2_1	Angemessenheit	V	Die Funktion muss gefährliche Stau-Enden mit sehr hoher Zuverlässigkeit erfassen können.	Zuverlässigkeit von 95% soll erreicht werden ⁵	hoch
TVZ_F2.1.2_2	Richtigkeit	V	Die von der Funktion generierten/angezeigten standortabhängigen Informationen befinden sich innerhalb einer definierten Abweichung. Die Position von Stauendes & Ego-Fahrzeugs sind korrekt und die Zeitstempel der Positionen sind vergleichbar.	Position des Ego-Fahrzeugs Position des Stauendes	hoch
TVZ_F2.1.2_3	Richtigkeit	V	Die Verkehrslage wurde korrekt eingeschätzt. Stauwarnung berechtigt	1. Verkehrslagedaten 2. Positionskette des EGO 3. Prozentuale Geschwindigkeitsreduzierung 4. Dauer der reduzierten Geschwindigkeit	hoch
TVZ_F2.1.2_4	Richtigkeit	V	Die Anzeige des Stau erfolgt korrekt als POI auf der Karte		hoch
TVZ_F2.1.2_5	Richtigkeit	V	Keine doppelte Benachrichtigung für den gleichen Stau solange sich das Fahrzeug nicht schneller als eine funktionsspezifische Mindestgeschwindigkeit bewegt hat.	1. ID der Verkehrslage 2. Anzahl der HMI Benachrichtigungen 3. Max. Geschwindigkeit seit letzter Stauwarnung	hoch

⁵ Quelle: Spezifikation der Funktion (siehe [6])



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
				4. Distanz seit letzter Stauwarnung	
TVZ_F2.1.2_6	Richtigkeit	V	Die Ausgabe einer Benachrichtigung erfolgt vor dem Eintreffen in den Staubereich.	generierte Ausgaben, Status der Analyse	hoch
TVZ_F2.1.2_7	Richtigkeit	V	Es dürfen nicht mehr als 5% Fehl- oder Falschmeldungen erzeugt werden. ⁶		hoch
TVZ_F2.1.2_8	Interoperabilität	V	Stau-Benachrichtigungen müssen dekodiert werden. können		gering
Effizienz					
TVZ_F2.1.2_12	Zeitverhalten	O	Die Verarbeitungszeiten müssen kurz sein. Die Weiterverbreitung von Nachrichten hängt vom Ausrüstungsgrad ab.		hoch

⁶ Quelle: Spezifikation der Funktion (siehe [6])

F_2.1.3 Straßenwetterwarnung

Kurzbeschreibung der Funktion: Es werden Wettermeldungen aus unterschiedlichen Quellen (z.B. SWIS⁷, SBA Fahrzeuge) zusammengeführt, gefiltert und plausibilisiert und dem Fahrer rechtzeitig zur Anzeige gebracht, wenn er sich der Gefahr nähert oder in das Gefahrengebiet einfährt.

Die gefährlichen Wetter - Ereignisse sind: Eisglätte (Eisbildung/Schnee auf Straßenbelag), Wasserglätte/Starkregen, Nebel und Seitenwind.

Erfassung erfolgt in F_1.1.3 durch Infrastruktur, z.B. SWIS Wetterstationen, und durch Detektion in Fahrzeugen.

Tabelle 16: tVZ – F213 Straßenwetterwarnung

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F2.1.3_1	Angemessenheit	V	Funktion muss die Wettersituation erfassen und bei Gefahr warnen		hoch
TVZ_F2.1.3_2	Richtigkeit	V	Die Funktion muss die Wettersituation korrekt erfassen. Vergleich Route des eigenen Fahrzeugs mit bekannten Wettergefahren/Fahrerurteil	Erkennungsquote (false negative)	hoch
TVZ_F2.1.3_3	Richtigkeit	V	Bei widersprüchlichen Informationen aus verschiedenen Datenquellen muss das System trotzdem korrekt funktionieren	- korrektes Verhalten bei widersprüchlichen Daten (Einhaltung der Richtigkeitskriterien) - Korrektes Verhalten bei widersprüchlichen Daten (Einhaltung der Ordnungsmäßigkeitskriterien)	hoch
Zuverlässigkeit					
TVZ_F2.1.3_4	Reife	V	Widersprüchliche empfangene Ereignisse dürfen nicht zum Zusammenbruch der Funktion führen. Gleiches gilt für die erfassten Fahrzeugdaten bzw. -zustand.		mittel

⁷ Straßenwetter Informationssystem

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Effizienz					
TVZ_F2.1.3_7	Zeitverhalten	O	Zeitverhalten: Die Funktion muss anhand von Fahrzeugdaten bzw. -zustand ein Wetterereignis erkennen. Die dafür benötigte Rechenleistung (CPU-Zeit, Verzögerung) muss gering sein.		mittel
TVZ_F2.1.3_8	Zeitverhalten	O	Die Wettergefahr muss rechtzeitig gemeldet werden.	Maximale/Durchschnittliche Zeit zwischen Eintritt in den Gültigkeitsbereich und Anzeige der Wettergefahr	mittel
TVZ_F2.1.3_9	Zeitverhalten	O	Zeitverhalten: Die Funktion muss Fahrzeugdaten bzw. -zustands und empfangene Wetterereignisse konsolidieren. Die dafür benötigte Rechenleistung (CPU-Zeit, Verzögerung) muss gering sein.		mittel

F_2.1.4 Einsatzfahrzeugwarnung

Kurzbeschreibung der Funktion: Das Einsatzfahrzeug (EFZ) sendet bei einem aktiven Noteinsatz seine Position, Fahrtrichtung, Geschwindigkeit und Längsbeschleunigung an die umgebenden Fahrzeuge. Das Einsatzfahrzeug sendet bei Fahrt. Im empfangenden Fahrzeug wird der Fahrer situationsgerecht vor dem Einsatzfahrzeug gewarnt.

Tabelle 17: tVZ – F214 Einsatzfahrzeugwarnung

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F2.1.4_1	Angemessenheit	V	Die Funktion warnt und informiert vor sich nähernden Einsatzfahrzeugen. Dazu wird eine Relevanzanalyse durchgeführt.		hoch
TVZ_F2.1.4_2	Richtigkeit	V	Die von der Funktion generierten/angezeigten standortabhängigen Informationen befinden sich innerhalb einer definierten Abweichung.	Position des Ego-Fahrzeugs Position des EFZ	hoch
TVZ_F2.1.4_4	Richtigkeit	V	Das Rangieren auf einer Straße führt häufig zu drastischen Orientierungsänderungen (Slalom fahrendes EFZ um die Fahrzeuge vor der Ampel). Dies darf die Wirkungsbereich Analyse nicht beeinflussen.	1. ID des Einsatzfahrzeugs 2. Status der Relevanz Analyse (Warnung/Information) 3. Anzahl der HMI Benachrichtigungen	hoch
TVZ_F2.1.4_5	Richtigkeit	V	Die Anzeige der Position des EFZ relativ zum Ego-Fahrzeug erfolgt korrekt als Präsentationsauftrag und wird aktualisiert.		hoch
TVZ_F2.1.4_6	Richtigkeit	V	Die Position des EFZ wird als POI korrekt in der Karte dargestellt und zeitnah aktualisiert		hoch
TVZ_F2.1.4_7	Richtigkeit	V	Korrekte Relevanz/Wirkbereich Analyse: Das Fahrzeug muss Situationsabhängig als Warnung oder Information eingestuft werden.	1. Positionskette des EFZ 2. Positionskette des Ego-Fahrzeugs 3. Kartendaten 4. Ermittelter Relevanz Status	hoch
TVZ_F2.1.4_8	Richtigkeit	V	Auf dem Ego-Fahrzeugerfolgt eine dem Wirkungsbereich entsprechende Präsentation (Warnung/Information) für das EFZ		hoch



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
TVZ_F2.1.4_9	Richtigkeit	V	Keine doppelte Benachrichtigung (Warnung/Information) für das gleiche EFZ solange sich der Wirkungsbereich nicht ändert. Lediglich die Position darf aktualisiert werden.	1. ID des Einsatzfahrzeugs 2. Status der Relevanz Analyse (Warnung/Information) 3. Anzahl der HMI Benachrichtigungen	hoch
TVZ_F2.1.4_10	Richtigkeit	V	Ein erneutes Einfahren des EFZ in den Wirkungsbereich des Ego-Fahrzeugs muss zu erneuter Meldung führen.	1. ID des Einsatzfahrzeugs 2. Status der Relevanz Analyse (Warnung/Information) 3. Anzahl der HMI Benachrichtigungen	hoch
Zuverlässigkeit					
TVZ_F2.1.4_12	Reife	V	Meldungen mehrerer EFZ dürfen nicht zu widersprüchlichen Präsentationen führen.		mittel
Effizienz					
TVZ_F2.1.4_15	Zeitverhalten	V	Die EFW muss nach Erhalt einer relevanten Meldung über ein sich näherndes EFZ innerhalb von einer Sekunde dieses dem Fahrer präsentieren.		hoch
TVZ_F2.1.4_16	Zeitverhalten	O	Wie häufig müssen EFZ Daten ausgesendet werden, damit auch bei hohen Geschwindigkeiten eine rechtzeitige Warnung/Information ausgegeben werden kann.		hoch
TVZ_F2.1.4_17	Verbrauchsverhalten	V	Die Präsentationsaufträge müssen nach Verlassen des Relevanz-Bereiches wieder entfernt werden.		mittel
Änderbarkeit					
TVZ_F2.1.4_18	Testbarkeit	V	Die Funktion muss die folgenden Größen im Logging zur Verfügung stellen: Empfangene Meldung, „Position EFZ“, „Position EGO“, „Ergebnis der Relevanz Analyse“, „Ergebnis der Wirkungsbereich Analyse“, Beginn und Ende der tatsächlichen Präsentation.		hoch

F_2.2.1 Verkehrszeichen-Assistent/Warnung

Kurzbeschreibung der Funktion: Die Funktion Verkehrszeichenassistent (VZA) informiert den Fahrer über die für seine Fahrsituation relevanten Verkehrszeichen in seinem Umfeld durch Anzeige der entsprechenden Verkehrszeichen im Fahrzeug. Diese Funktion schließt statische und Wechsel-Verkehrszeichen ein. Ort und Bedeutung der Verkehrszeichen werden in das Fahrzeug übertragen. Dabei werden die Verkehrszeichen auf ihre Beachtung und Einhaltung überprüft. Der Fahrer wird gegebenenfalls zusätzlich gewarnt, wenn eine Vorschrift nicht eingehalten oder ein Gefahrenhinweis nicht ausreichend beachtet wird.

Der Fahrer wird frühzeitig auf das Verkehrszeichen und seine Zusatzinformation hingewiesen. Das Verkehrszeichen bleibt über den ganzen Geltungsbereich aktiv und präsent. Somit hat der Fahrer die Möglichkeit, auch nach Passieren eines Verkehrszeichens sich die momentan geltende Verkehrsregelung abzurufen.

Tabelle 18: tVZ – F221 Verkehrszeichen-Assistent/Warnung

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F2.2.1_1	Angemessenheit	V	Die Funktion weist den Fahrer auf Verkehrszeichen und seine Zusatzinformation hin.		hoch
TVZ_F2.2.1_2	Angemessenheit	V	Die Funktion warnt den Fahrer, wenn Verkehrszeichen nicht beachtet werden, oder eine Nichtbeachtung unmittelbar bevor steht.		hoch
TVZ_F2.2.1_3	Richtigkeit	V	Die Funktion VZA muss 90% der ausgestatteten Verkehrszeichen richtig erkennen. ⁸		hoch
TVZ_F2.2.1_4	Richtigkeit	V	Der Gültigkeitsbereich des Verkehrszeichens ist korrekt übertragen worden.	1. Gültigkeitsbereich/Position des anzuwendenden Verkehrszeichens 2. Gültigkeitsbereich/Position des empfangenen Verkehrszeichens	hoch
TVZ_F2.2.1_5	Richtigkeit	V	Art des übermittelten Verkehrszeichens ist korrekt.	1. Art des realen Verkehrszeichens 2. Art des empfangenen Verkehrszeichens 3. Art des angezeigten Verkehrszeichens	hoch

⁸ Quelle: Spezifikation der Funktion (siehe [6])



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
TVZ_F2.2.1_6	Richtigkeit	V	Die Funktion VZA muss den Ort des Ego-Fahrzeugs und den Ort des Verkehrszeichens in korrekte Relation setzen, sodass die Information/Warnung zeitnah vor Eintritt in den Gültigkeitsbereich des ausgestatteten Verkehrszeichens an den Fahrer kommuniziert wird.	Maximale/Durchschnittliche Zeit zwischen Eintritt in den Gültigkeitsbereich und Anzeige des Verkehrszeichens. Anzeige spätestens 5 Sekunden vorher ⁹	hoch
TVZ_F2.2.1_7	Richtigkeit	V	Ein (drohender) StVO Verstoß wird korrekt erkannt und eine Meldung wird zeitnah ausgegeben.	1. Korrekte Erkennung der Situation 2. Meldungsausgabe	hoch
TVZ_F2.2.1_8	Richtigkeit	V	Die Funktion VZA muss unverzüglich eine Information/Warnung ausgeben, wenn sich ein Fahrzeug bereits in einem Gültigkeitsbereich befindet.		hoch
TVZ_F2.2.1_9	Richtigkeit	V	Warnungen bei Nicht-Beachtung von Vorschriftenzeichen, müssen im Einklang mit der aktuellen Fahrsituation sein.		hoch
TVZ_F2.2.1_10	Richtigkeit	V	Bei gleichzeitiger Gültigkeit mehrerer Verkehrszeichen muss eine korrekte Priorisierung der Ausgaben stattfinden.		hoch
TVZ_F2.2.1_11	Richtigkeit	V	Es werden alle spezifizierten Verkehrszeichentypen unterstützt.	1. Spezifizierte Verkehrszeichentypen 2. Implementierte Verkehrszeichentypen	hoch
Zuverlässigkeit					
TVZ_F2.2.1_13	Reife	V	Meldungen mehrerer VZ dürfen nicht zu widersprüchlichen Präsentationen führen.		mittel
Effizienz					
TVZ_F2.2.1_15	Zeitverhalten	V	Die Funktion VZA muss nach Erkennen eines Verkehrszeichens dieses innerhalb von einer Sekunde an den Fahrer kommunizieren können.		mittel

⁹ Quelle: Spezifikation der Funktion (siehe [6])

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
TVZ_F2.2.1_16	Zeitverhalten	V	Die Information/Warnung muss spätestens 5 Sekunden vor Eintritt in den Gültigkeitsbereich des ausgestatteten Verkehrszeichens an den Fahrer kommuniziert werden. ¹⁰	Maximale/Durchschnittliche Zeit zwischen Eintritt in den Gültigkeitsbereich und Anzeige des Verkehrszeichens	hoch
TVZ_F2.2.1_17	Zeitverhalten	V	Die Funktion VZA muss unverzüglich eine Information/Warnung ausgeben, wenn sich ein Fahrzeug bereits in einem Gültigkeitsbereich befindet (z.B. nach Parken im Gültigkeitsbereich).	Maximale/Durchschnittliche Zeit zwischen Gültig werden des VZ und Anzeige des VZ	hoch
TVZ_F2.2.1_18	Zeitverhalten	O	Wie häufig müssen Verkehrszeicheninformationen ausgesendet werden, damit auch bei hohen Geschwindigkeiten eine rechtzeitige Warnung ausgegeben werden kann. (Sendereichweite, Reaktionsreichweite, Senderate)		hoch
TVZ_F2.2.1_19	Verhaltensverhalten	V	Daten über nicht mehr gültige VZ müssen wieder freigegeben werden.	Anmerkung: Dies hängt vom Konzept ab (insbes. UMTS): Nicht veränderliche VZ können auch im Speicher gehalten werden, um sie nicht jedes Mal neu laden zu müssen.	mittel

¹⁰ Quelle: Spezifikation der Funktion (siehe [6])

F_2.2.2 Ampel-Phasen-Assistent/Warnung

Kurzbeschreibung der Funktion: Es werden Informationen über die Phasen der Lichtsignalanlagen (LSA) an ausgerüstete Fahrzeuge im Bereich der Kreuzung gesendet.

Tabelle 19: tVZ – F222 Ampel-Phasen-Assistent/Warnung

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F2.2.2_1	Angemessenheit	V	Die Funktion warnt vor Rotlicht-Verstößen und gibt Fahrempfehlungen für eine "Grüne Welle".		hoch
TVZ_F2.2.2_2	Richtigkeit	V	Die Funktion darf nicht zur Gefährdung des Verkehrs führen. Anzeige von „frei“ obwohl LSA „gesperrt“ ist.		hoch
TVZ_F2.2.2_3	Richtigkeit	V	Gibt die Funktion Empfehlungen, die eine grüne Welle ermöglichen?	Ist die EgoPosition richtig gemessen? Ist die Ampelposition richtig? Ist die Schaltzeit der Ampel richtig? Ist die Berechnung der Strecke zur Ampel richtig? Ist die Berechnung der Geschwindigkeit richtig? Ist die Darstellung auf dem HMI frühzeitig genug abgeschlossen? Ist der Faktor Rückstau richtig prognostiziert worden? Ist die relevante Ampel richtig prognostiziert worden? Ist die Anweisung richtig?	hoch
TVZ_F2.2.2_5	Interoperabilität	V	Die IST Roadside Station (IRS) muss mit bestehenden LSA Steuergeräten zusammenarbeiten.		mittel
TVZ_F2.2.2_6	Ordnungsmäßigkeit	V	Die Funktion muss gesetzliche Bestimmungen und ähnliche Vorschriften erfüllen. Es darf z.B. keine Geschwindigkeit oberhalb der erlaubten zugelassenen Höchstgeschwindigkeit angezeigt werden.		mittel

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Zuverlässigkeit					
TVZ_F2.2.2_8	Reife	V	Ist eine Vorhersage der LSA Schaltung mit den zur Verfügung stehenden Daten möglich?		mittel
TVZ_F2.2.2_9	Reife	O	Wie muss die untere Geschwindigkeitsgrenze gewählt werden, damit sie vom Nutzer akzeptiert wird?		mittel
Effizienz					
TVZ_F2.2.2_11	Zeitverhalten	O	Zeitverhalten: Wie weit vor der LSA muss der Fahrer informiert werden?		hoch
TVZ_F2.2.2_12	Zeitverhalten	O	Welche Minimalgeschwindigkeit ist akzeptabel?		hoch
TVZ_F2.2.2_13	Zeitverhalten	O	Wie intensiv und auf welchem Weg muss der Nutzer bei einem Rotlichtverstoß gewarnt werden, damit er die Gefahr rechtzeitig wahrnimmt?		hoch
TVZ_F2.2.2_14	Zeitverhalten	V	Die Funktion muss den Fahrer rechtzeitig vor einer LSA über deren Zustand und Verhalten informieren.	Entfernung zur Ampel in Meter und Sekunden	hoch
Übertragbarkeit					
TVZ_F2.2.2_15	Koexistenz	V	Die Software der Funktion soll fähig sein, neben einer Software mit ähnlicher oder gleicher Funktion arbeiten zu können (Bspw. F_2.2.1 und F_2.2.4).		hoch

F_2.2.3 Längsführungsassistent/Elektronisches Bremslicht

Kurzbeschreibung der Funktion: Die Funktion Längsführungsassistent/Elektronisches Bremslicht (EBL) unterstützt den Fahrer bei starkem Bremsen vorausfahrender Fahrzeuge bei der Fahrzeugführung, insbesondere zur Vermeidung von Front-/ Heck-Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern. Dazu bestimmen die Fahrzeuge ihre Art, ihre eigene Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung bzw. Verzögerung und Fahrtrichtung und übermitteln diese Daten den jeweils anderen Fahrzeugen. Basierend auf einer Situationsbewertung wird bei Bedarf eine entsprechende Anzeige im HMI (optisch und/oder akustisch) aktiviert. Der Nutzungskontext hat voraussichtlich keine Einschränkungen.

Tabelle 20: tVZ – F223 Längsführungsassistent

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F2.2.3_1	Angemessenheit	V	Die Funktion warnt vor vorausfahrenden bremsenden Fahrzeugen.		hoch
TVZ_F2.2.3_2	Angemessenheit	V	Die Funktion EBL muss den überwiegenden Teil aller relevanten Notbremse-Situationen erkennen (Ego-Fahrzeug).	1. Erkennung der Situation/Situationsanalyse 2. Senden der Nachricht Erkennungsquote höher als 90% (vgl. Spezifikation)	hoch
TVZ_F2.2.3_3	Angemessenheit	V	Die Funktion EBL muss im überwiegenden Teil aller relevanten Notbremse-Situationen eine Warnung für den Fahrer erzeugen (Fremd-Fahrzeug).	1. Erkennung der Situation/Situationsanalyse 2. Ausgabe der Warnung Erkennungsquote höher als 90% (vgl. Spezifikation)	hoch
TVZ_F2.2.3_4	Angemessenheit	V	Die Funktion EBL darf nur in wenigen relevanten Brems-Situationen eine falsche Notbremse-Situation erkennen (Ego-Fahrzeug, False Alarm Wahrscheinlichkeit).	in höchstens 1% der Fälle (vgl. Spezifikation)	hoch
TVZ_F2.2.3_5	Richtigkeit	V	Die Funktion EBL muss die Notbremssituation im empfangenden Fremd-Fahrzeug richtig erkennen. Zur Identifikation einer Notbremssituation werden u.a. die relative Position des bremsenden Fahrzeugs und die aktuelle Geschwindigkeit betrachtet.		hoch

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
TVZ_F2.2.3_6	Richtigkeit	V	Die Funktion EBL muss den Ort des bremsenden Ego-Fahrzeuges und den Ort des Fremd-Fahrzeugs in korrekte Relation setzen, sodass nur bremsende Fahrzeuge in Fahrtrichtung voraus berücksichtigt werden (Relevanzfilter).	1. Position des Ego-Fahrzeugs 2. Position des Fremd-Fahrzeugs	hoch
Zuverlässigkeit					
TVZ_F2.2.3_7	Fehlertoleranz	V	Die Funktion ist gegenüber dem Ausfall von Systemkomponenten nicht fehlertolerant, da dann keine Warnung mehr angezeigt werden kann. Eine entsprechende Systemprüfung und die Anzeige einer Störung des Systems an den Fahrer erfolgt.		mittel
Effizienz					
TVZ_F2.2.3_9	Zeitverhalten	V	Die Funktion EBL muss nach Erkennen einer Notbremsung zeitnah eine Warnung für die Fahrer nachfolgender Fahrzeuge auf deren HMI erzeugen.	1. Situationserkennung/ -analyse 2. Ausgabe der Warnung innerhalb 1s (vgl. Spezifikation)	hoch
TVZ_F2.2.3_10	Zeitverhalten	V	Innerhalb der Funktion wird zwischen der Erkennung einer Notbremsung (DEN-Message) und des "HardBraking" (CAM-Flag) unterschieden. Die Belastung aber auch das Verhalten der Kommunikationskomponenten soll bewertet werden		hoch
TVZ_F2.2.3_11	Zeitverhalten	O	Die Warnungen können in Notsituationen von vielen Fahrzeugen parallel verschickt werden. Die Auslastung der Funkkanäle und der störungsfreie Empfang hat großen Einfluss auf die Funktionalität und soll untersucht werden.		hoch

F_2.2.4 Kreuzungs-/Querverkehrsassistent

Kurzbeschreibung der Funktion: Diese Funktion informiert bzw. warnt den Fahrer im Falle einer möglichen Kollision mit Abbiege- oder Querverkehr (LKW, PKW, Motorräder) an Kreuzungen und Einmündungen.

Tabelle 21: tVZ – F224 Kreuzungs-/Querverkehrsassistent

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F2.2.4_1	Angemessenheit	V	Die Funktion informiert bzw. warnt den Fahrer im Falle einer möglichen Kollision mit Abbiege- oder Querverkehr (LKW, PKW, Motorräder) an Kreuzungen und Einmündungen.		hoch
TVZ_F2.2.4_2	Richtigkeit	V	Die Annäherung an eine Kreuzung soll möglichst angemessen und korrekt erkannt werden, insbesondere sind Fehler 2. Art, also fälschliche Erkennungen einer Kreuzungsannäherung, zur Minimierung von Fehlwarnungen zu vermeiden.	Die Ego-Position die Geschwindigkeit absehbare Trajektorien Abstand zur relevanten Haltelinie bzw. zum relevanten Einfahrbereich Spurzuordnung	hoch
TVZ_F2.2.4_3	Richtigkeit	O	Die Kreuzungstopologie muss in angemessener Detaillierung möglichst korrekt bekannt sein	Grad der Vollständigkeit	hoch
TVZ_F2.2.4_4	Richtigkeit	O	Die beabsichtigte Fahrtroute über die Kreuzung und das Vorhandensein eines Abbiegewunsches soll angemessen erkannt werden		hoch
TVZ_F2.2.4_5	Richtigkeit	V	Der Anhaltewunsch des Fahrers wird zu einem hohen Grad korrekt erkannt		hoch
TVZ_F2.2.4_6	Richtigkeit	V	Warnungen vor Kollisionsrisiken mit Querverkehrsmitteln sind zum „richtigen“ Zeitpunkt auszugeben, so dass der Fahrer reagieren und mit großer Wahrscheinlichkeit eine Kollision rechtzeitig vermeiden kann.	Zeitpunkt der Warnungsausgabe Zeitpunkt der erwarteten Kollision Zeitpunkt der erkannten Gefahr	hoch
TVZ_F2.2.4_7	Interoperabilität	O	Die Funktion soll zwischen Ego-Fahrzeug und möglichst vielen Querverkehrsmitteln verfügbar sein.		gering



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Zuverlässigkeit					
TVZ_F2.2.4_8	Fehlertoleranz	V	Die Funktion soll bei variablem Aufruftakt und unvollständigen Input-Daten funktionieren und zyklisch Outputs und Status liefern.		mittel
TVZ_F2.2.4_9	Fehlertoleranz	V	Absicherung gegen nicht plausible Umfelddaten und auf gültige Wertebereiche (bereits beim Aufbau der Umfelddaten in der entsprechenden Komponente).		mittel
TVZ_F2.2.4_10	Reife	V	Die umgebende Hauptfunktion mit allen Teilkomponenten soll während der Betriebszeit des Fahrzeugs stabil lauffähig sein. Stabilitätskriterien sind u.a. : Absturzfreiheit (Validierung), Ressourcenwachstum (Memory-Footprint, Fragmentierung, Datei- und Logging-Footprint etc.) tolerierbar.		mittel
TVZ_F2.2.4_11	Robustheit	V	Die Funktion muss mit wechselndem Inputumfang und Zykluszeit operieren können.		gering
TVZ_F2.2.4_12	Wiederherstellbarkeit	V	Die Funktion muss sich nach Verfügbarkeit ausreichender Inputdaten und internen Fehlern von selbst wieder erholen (ggf. auch über internen Watchdog-Reset).		mittel
Effizienz					
TVZ_F2.2.4_14	Zeitverhalten	V	Die Latenz von der Entstehung einer potentiell kritischen Situation bis zu ihrer Erkennung im empfangenden Egofahrzeug und einer möglicherweise ausgegebenen HMI-Warnung soll einen geringen Grenzwert nicht übersteigen.	Grenzwert siehe Spezifikation (ca. 200ms)	hoch
TVZ_F2.2.4_15	Zeitverhalten	V	Fahrzeugdaten der Fahrumgebung sollen insbesondere in kritischen Fahrsituationen zeitnah übermittelt werden. In	Kritisch: z.B. Zykluszeit 100ms, Latenz unter 50ms ¹¹	hoch

¹¹ Quelle: Spezifikation der Funktion (siehe [6])

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
			unkritischen Fahrsituationen sind höhere Werte möglich (z.B. bei belasteten Übertragungskanälen). Durch Ausfall einzelner Botschaften (z.B. infolge von Paketkollisionen) liegen die Updateraten im Einzelfall doppelt so hoch oder höher.		
TVZ_F2.2.4_17	Zeitverhalten	V	In der aktuellen Situation nicht benötigte ressourcenintensive Komponenten sollen temporär deaktiviert sein. Insbesondere soll die Risikobewertung nur vor Kreuzungen und während der Kreuzungsannäherung aktiv sein.		hoch
TVZ_F2.2.4_18	Zeitverhalten	V	Da die verwendete OSGI-Plattform nicht echtzeitfähig ist, muss die Implementierung der Funktion Zeitjitter und einzelne Taktausfälle beim Aufruf tolerieren. Lediglich im Mittel wird der Funktionskern alle 100ms aufgerufen ¹²		hoch

¹² Quelle: Spezifikation der Funktion (siehe [6])

F_3.1.1 Internetbasierte Dienstnutzung

Kurzbeschreibung der Funktion: Die Funktion Internetbasierte Dienstnutzung macht ausgewählte verkehrsrelevante Informationen, die bisher vorzugsweise im Internet verfügbar sind, über eine Internetbasierte Verbindung im Fahrzeug verfügbar [FET 3.1.1 Feinspezifikation, Kapitel 2.1.1].

Tabelle 22: tVZ – F311 Internetbasierte DienstnutzungID

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F3.1.1_1	Angemessenheit	V	Die Funktion stellt Verkehrsinformationen über eine Internetverbindung dem Fahrer zur Verfügung.		hoch
TVZ_F3.1.1_2	Richtigkeit	V	Die Lokalisierung von Verkehrseignissen muss auf dem Straßennetz mit mindestens der durch TMC Kodierungen erreichbaren Genauigkeit erfolgen.		hoch
TVZ_F3.1.1_3	Richtigkeit	V	80% aller Verkehrsinformationen (VL und VE-Daten) sollen aktueller sein d.h. schneller im Fahrzeug verfügbar, als die entsprechenden via TMC ausgestrahlten Informationen.		hoch
TVZ_F3.1.1_4	Richtigkeit	V	Es werden nur die Verkehrswebkameras und Verkehrseignisse angezeigt, die im Relevanzbereich des Fahrzeugs liegen.		hoch
TVZ_F3.1.1_5	Interoperabilität	V	Korrektheit der Implementierung der Protokolle für die Dienste auf Server- und Client-Seite.	Protocol Implementation Conformance Test passed	hoch
Zuverlässigkeit					
TVZ_F3.1.1_7	Robustheit	V	Abfangen (bewusst oder unbewusst) fehlerhafter Benutzereingaben sodass Systemfehlverhalten (Abstütze) vermieden werden.	Wahrscheinlichkeit eines Systemabsturzes durch einen nicht abgefangenen Fehler im HMI	hoch
Effizienz					
TVZ_F3.1.1_9	Zeitverhalten	V	Die Zeit zwischen dem Versenden einer Anfrage und der Antwort des Servers bezogen auf die Auswahl und	Laut Spezifikation maximal 4 Sekunden	mittel

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
			Anzeige eines Bildes einer Verkehrswebkamera muss gering sein		
TVZ_F3.1.1_10	Zeitverhalten	V	Die Zeit zwischen der Anforderung der aktuellen Verkehrslage und dem Beginn der Wiedergabe der gesprochenen Lage muss gering sein	Laut Spezifikation maximal 5 Sekunden	mittel
TVZ_F3.1.1_11	Zeitverhalten	V	Die Zeit zwischen der Anforderung Verkehrsinformationen (VL & VE) und Ihrer Dekodierung durch die Funktion muss gering sein	Laut Spezifikation maximal 20 Sekunden	mittel

F_3.1.2 Standortinformationsdienste

Kurzbeschreibung der Funktion: Die Funktion Standortinformationsdienste stellt dem Nutzer, d.h. dem Fahrer und den Mitfahrern, Informationen mit hoher geographisch-lokaler Relevanz zur Verfügung. Informationen dieser Art ermöglichen eine bessere Nutzung lokal angebotener Veranstaltungen und Dienstleistungen. Die Funktion F_3.1.2 hat zwei Anwendungsfälle:

- Anwendungsfall A_3.1.2.4 Parksituation/Parkrauminformation
- Anwendungsfall A_3.1.2.3 Kommunalinformationen

Tabelle 23: tVZ – F312 Standortinformationsdienste

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_F3.1.2_1	Angemessenheit	V	Die Funktion stellt lokale Parkrauminformationen und Kommunalinformationen bereit.		hoch
TVZ_F3.1.2_2	Angemessenheit	V	Die Gesamtzahl und die Anzahl der gleichzeitig angezeigten Kommunalinformationen ist begrenzt (nur A_3.1.2.3).		hoch
TVZ_F3.1.2_3	Angemessenheit	V	Die Gesamtzahl und die Anzahl der gleichzeitig angezeigten Parkrauminformationen ist begrenzt (nur A_3.1.2.4).		hoch
TVZ_F3.1.2_4	Richtigkeit	V	Aktualität der angezeigten Daten	- Aktualität der Kommunalinformation - Aktualität der Parkrauminformation	hoch
TVZ_F3.1.2_5	Richtigkeit	V	Parkrauminformationen/Kommunalinformationen müssen passend zur Streckenführung angezeigt werden.		hoch
TVZ_F3.1.2_6	Richtigkeit	V	Parkrauminformationen/Kommunalinformationen müssen passend zum im Navi gewählten Ziel angezeigt werden.		hoch
TVZ_F3.1.2_7	Richtigkeit	V	Parkrauminformationen müssen sich in der Regel mit der vom Fahrer vorgefundenen Realsituation am Parkraum (Parkhaus, Parkplatz) decken. Dies betrifft Parameter wie Öffnungszeiten, Auslastung, Preise, Name des Parkraums (nur A_3.1.2.4).		hoch



ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
TVZ_F3.1.2_8	Richtigkeit	V	Parkrauminformationen sollten den von einem Parkleitsystem angezeigten Informationen in der Regel nicht widersprechen (nur A_3.1.2.4).		hoch
TVZ_F3.1.2_9	Richtigkeit	V	Der vom Fahrer innerhalb der Funktion ausgewählte Zielort wird korrekt an das Navigationssystem übertragen.	- Art und Dauer der Ausgabe - Position auf der Karte - Realposition	hoch
TVZ_F3.1.2_10	Richtigkeit	V	Die Darstellung von Medien (Parkrauminformationen und Kommunalinformationen) erfolgt korrekt	- Art und Dauer der Ausgabe - Lesbarkeit	hoch
TVZ_F3.1.2_11	Richtigkeit	V	Korrekte Wahl des Kommunikationsmediums	Wahl entsprechend der Spezifikation	hoch
TVZ_F3.1.2_12	Interoperabilität	V	Korrektheit der Implementierung der Protokolle für die Dienste auf Server- und Client-Seite. Interoperabilität mit Diensten auf dem Fahrzeug (wie z.B. Navi)	1. Protokollimplementierung gemäß Spezifikation 2. Schnittstellentests zum Navigationssystem (Anzeigen von, Navigieren zu Position in Standortinformationen, Beeinflussen der angezeigten Standortinformationen)	hoch
Zuverlässigkeit					
TVZ_F3.1.2_13	Fehlertoleranz	V	Die von den Content Providern eingelesenen Daten werden auch dann übernommen, wenn sie mehr als die für die Funktion erforderlichen Daten enthalten.		mittel
Effizienz					
TVZ_F3.1.2_15	Zeitverhalten	V	Fordert der Fahrer Daten über das HMI an, die in der Versuchszentrale abgefragt werden müssen, erfolgt eine zeitnahe Antwort. Voraussetzung ist eine bereits aufgebaute Datenverbindung per Mobilfunk ins Internet.	Laut Spezifikation innerhalb von 8 Sekunden	mittel
TVZ_F3.1.2_16	Zeitverhalten	V	Fordert der Fahrer Daten über das HMI an, die aktuell im Fahrzeug vorliegen, erfolgt eine zeitnahe Antwort.	Laut Spezifikation innerhalb von 3 Sekunden	mittel

2 Technische Validierungsziele – Komponenten

Neben den funktionspezifischen technischen Validierungszielen gibt es auch aus Funktionssicht übergreifende technische Validierungsziele, z. B. solche, die Eigenschaften des Systems oder einzelner Komponenten betreffen. Diese Ziele lassen sich ihrer Natur nach zumindest nicht vollständig durch Befragung der FETs ermitteln. Stattdessen ist es notwendig, eine zusätzliche funktionsübergeordnete Sicht auf der Ebene von Komponenten (resp. Teilsystemen) des Gesamtsystems einzunehmen.

2.1 Vorgehen

Nach der Ermittlung der funktionspezifischen technischen Validierungsziele wurden in einem Workshop mit den Systemkomponentenverantwortlichen übergeordnete technische Validierungsziele identifiziert. Da sich technische Validierungsziele auf Messgrößen zurückführen lassen, wurde hierzu eine Matrix entwickelt, in deren Spalten mess- oder zählbare Größen aufgetragen wurden. Diesen wurden in den Zeilen einzelne Systemhauptkomponenten mit ihren wichtigen (Sub-)Komponenten gegenüber gestellt. Für eine „Bilanzierung“ der gesamten Anforderungen diente eine zusätzliche Zeile am unteren Ende der Tabelle durch eine „Summenbildung“ (vgl. Abbildung 2). Die „Summenbildung“ ist auch als Gesamtwert über alle Komponenten hinweg zu betrachten. Dies kann bedeuten, dass z.B. nur eine „Summe“ aufgeführt ist, weil keine einzelnen Anteile auf einzelne Komponenten „heruntergebrochen“ werden können oder weil zwar für einige aber nicht für alle betroffenen Komponenten Detailangaben gemacht werden können.

Hauptkomponente	Komponente	Zeitdauer	Zeitintervall	Weitere Messgrößen...
	Bezug	z.B. Übertragungszeit, Verarbeitungszeit, Startzeit	gemeint ist "Frequenz", Häufigkeit, Updaterate	
ITS Vehicle Station	Fahrzeugdaten_EGO			
	Fahrzeugdaten_Fremd			
	... weitere Subkomponenten			
ITS Roadside Station	Positionsdaten			
	... weitere Komponenten			
Weitere ...	Umfeldtabelle (Uft)/Relevanzfilter			
Summe (wenn möglich) bzw. Gesamtwert				

Abbildung 2: Ausschnitt aus der Tabelle die zur Abfrage der FETs verwendet wurde

Diese Matrix wurde an die FETs mit dem Auftrag übergeben, in die einzelnen Zellen konkrete, quantifizierte Anforderungen an bestimmte Komponenten aus Funktionssicht einzutragen. Der Prozess lässt sich wie folgt skizzieren:

- Identifikation der aus Funktionssicht relevanten Zellen (z. B. könnte die Eigenschaft „Genauigkeit“ auf der Komponente „ITS Vehicle Station“ von Bedeutung sein und dort die Subkomponente „Positionsdaten“ betreffen)

- Eintrag eines Zielwerts¹³ in der entsprechenden Zelle der Matrix (z. B. Genauigkeit der Position von 10 m oder "ITS IMT Public"-Verfügbarkeit: 98%)
- Eintrag eines gesamten Zielwerts in die unterste Zeile „Summe (wenn möglich) bzw. Gesamtwert“:
 - Falls im Vorfeld mehrere Einträge zu Subkomponenten erfolgt waren: Eintrag der Summe
 - Falls die Zuordnung zu einer Subkomponente nicht möglich war: direkter Eintrag eines Gesamtzielwerts
- Eintrag der betroffenen Funktionseigenschaft in der Zeile „Bezug“

Dabei sollten sich die FETs auf die kritischen Anforderungen beschränken, d. h. jene, für die Validierungsanforderungen an eine Systemkomponente gestellt werden.

Im Folgenden werden die verwendeten mess- und zählbaren Größen sowie die identifizierten Komponenten aufgelistet. Die entsprechenden Validierungsziele ergeben sich aus der Zuordnung einer mess- oder zählbaren Größe zu einer Systemkomponente, ggf. ist noch eine weitere Unterteilung notwendig, wenn es mehrere Einträge zur Genauigkeit gibt (z. B. bei der Größe „Genauigkeit“ kann von der Systemkomponente Ortung sowohl eine Genauigkeit der Position in Metern als auch der Richtung in Grad eingefordert werden). Ein Validierungsziel erhält somit eine ID gemäß der Vorschrift

tvzKomp_<MZGID>_<HKOMPID>_<KOMPID> oder
tvzKomp_<MZGID>_<HKOMPID>_<KOMPID>_<fortlaufendeNr.>

Die IDs für die mess- und zählbaren Größen sind in MZGID (s. Kap. 2.1.1) aufgeführt. Die IDs für die System(haupt)Komponenten sind in HKOMPID (s. Kap. 2.1.2) und KOMPID (s. Kap. 2.1.3) aufgeführt.

2.1.1 Mess- und zählbare Größen

Folgende mess- und zählbare Größen wurden (mit jeweils einem Beispiel) aufgelistet

- **Zeitdauer**, z.B. Übertragungszeit, Verarbeitungszeit, Startzeit
- **Zeitintervall**, d. h. die Häufigkeit, Updaterate bzw. Frequenz
- **Aktualität**, d. h. das Alter der Information
- **Genauigkeit** einzelner Signale z.B. der Position (cm, m) der Richtung (°) oder von Zeitpunkten (ms, s, h)
- **Reichweite** als Distanz, ggf. auch als Feldstärke der IRS-Kommunikationskomponente
- **Anzahl** von gleichzeitig bearbeiteten Objekten pro Zeitintervall oder gleichzeitig im Speicher gehaltenen Objekten
- **Content** entsprechend der Sensorik im Fzg. oder Infrastruktur, d. h. "Welche Werte müssen vorliegen?". Da die Inhalte naturgemäß kein Validierungsziel nach sich ziehen können, wurden sie nicht

¹³ Oder mehrerer Zielwerte, falls die Funktion mehrere Anforderungen stellt, z. B. Ortung 10 m, Orientierung 5°.

ins Deliverable aufgenommen, jedoch an die Systemkomponentenverantwortlichen zur Information weitergeleitet.

- **Verfügbarkeit** des Systems, z. B. in Prozent, oder 24/7

Tabelle 24: Bestimmung der ID des Validierungsziels – Teil-ID für mess- und zählbare Größen

Mess-/zählbare Größe	MZGID
Zeitdauer	ZDAU
Zeitintervall	ZINT
Aktualität	AKT
Genauigkeit	GENAU
Reichweite	REIW
Anzahl	ANZ
Content	CONT
Verfügbarkeit	VERF

2.1.2 Hauptkomponenten des Systems

Es wurden die in folgende Hauptkomponenten des Systems identifiziert

Tabelle 25: Bestimmung der ID des Validierungsziels – Teil-ID für Hauptkomponenten

Hauptkomponente	Abkürzung in Tabellen	HKOMPID
ITS Vehicle Station	ITS VS	ITSVS
ITS Roadside Station	ITS RS	ITSRS
ITS Central Stations	ITS CS	ITSCS
Straßenwetterinformationssystem	SWIS	SWIS
Integrierte Gesamtverkehrsleitzentrale der Stadt Frankfurt am Main	IGLZ	IGLZ
Lichtsignalanlagen Stadt Frankfurt	LSA Frankfurt	LSAF
Lichtsignalanlagen Land Hessen	LSA Hessen	LSAH
Kommunikation	Kommunikation	KOMM

2.1.3 Komponenten

Tabelle 26: Bestimmung der ID des Validierungsziels – Teil-ID für Systemkomponenten

Hauptkomponente	Hauptkomponente-ID (HKOMPID)	Systemkomponente	Systemkomponente-ID (KOMPID)
ITS Vehicle Station	ITSVS	Fzgdaten_EGO	FZGEGO
		Fzgdaten_Fremd	FZGFR
		Positionsdaten	POS
		Umfeldtabelle/Relevanzfilter	UFTRF
		System-Manager	SYSM
		Zeitbasis	ZEIT
		Navigation	NAV
		Mapmatching	MAPM
		HMI	HMI
ITS Roadside Station	ITRSRS	Positionsdaten	POS
		Umfeldtabelle/Relevanzfilter	UFTRF
		System-Manager	SYSM
		Zeitbasis	ZEIT
		Navigation	NAV
		LSA-Datenaufber.	LSAD
		OTS-Komponente	OTSK
		Kreuzungstopologie	KRZ
		vermitt. CAM	VCAM
		DGPS-Korrektur	DGPS
ITS Central Station	ITSCS	Zeitbasis	ZEIT
		VVS	VVS
		VZH	VZH
		VBA	VBA
Straßenwetter- informationssystem	SWIS	SWIS	SWIS
		IRS	IRS
Integrierte Gesamt- verkehrsleitzentrale der Stadt Frankfurt am Main	IGLZ	Zeitbasis	ZEIT
		VVS	VVS
Lichtsignalanlagen Stadt Frankfurt	LSAF	Verkehrsmodell Knotenpunkt	VMKP
		Steuerungsverfahren	STG
		Zeitbasis	ZEIT
		OTS-Komponente	OTSK
Lichtsignalanlagen Land Hessen	LSAH	Steuergerät	STG
		Zeitbasis	ZEIT
Kommunikation	KOMM	C-WLAN	CWLAN
		802.11p	PWLAN
		ITS IMT Public	IMTPU

2.2 Technische Validierungsziele der Komponenten

Die Arbeiten zur Definition technischer Validierungsziele für sim^{TD} Komponenten wurden aufgenommen. Erste Arbeitsergebnisse sind dem Working Document W12.4 zu entnehmen.

Die abschließende Definition der technischen Validierungsziele für sim^{TD} Komponenten wird in Deliverable D12.2 inklusive der zu den Validierungszielen gehörigen Metriken und Methoden enthalten sein.

3 Technische Validierungsziele – IT-Sicherheit

In verteilten IT-Systemen, wie sie im C2X-Umfeld vorkommen, ist die korrekte und durchgängige Umsetzung der IT-Sicherheitsmaßnahmen unverzichtbar. Ansonsten können zufällige Störungen oder gezielte Angriffe die Funktionsfähigkeit der implementierten Funktionen behindern oder im schlimmsten Fall sogar das Gesamtsystem unbrauchbar machen.

Eine große Schwierigkeit bei der Ermittlung und Auswertung der technischen Validierungsziele der IT-Sicherheit ist, dass man diese in vielen Fällen nicht anhand einfacher Mess- oder Kenngrößen ermitteln kann, sondern für die Durchführung der Validierung das komplette System im Einsatz oder in einer Testumgebung beobachten und die Beobachtungen auf mögliche IT-Sicherheitsprobleme bewerten muss. Auf Basis der Beobachtungen werden dann durch IT-Sicherheitsexperten neue Tests generiert, die wiederum zu neuen Beobachtungen führen.

Dieser iterative Prozess ist der Kern eines IT-Sicherheitstests, denn nur so lassen sich vorher unbekannte IT-Sicherheitsprobleme und -lücken aufdecken.

Das Ziel bei der Validierung eines IT-Systems bezüglich der IT-Sicherheit ist die Prüfung, ob das Gesamtsystem „sicher“ umgesetzt wurde. Im Bereich der IT-Sicherheit müssen dafür alle spezifizierten IT-Sicherheitsanforderungen (siehe D21.5 Kapitel 4.4) geprüft werden, denn schon eine nicht erfüllte IT-Sicherheitsanforderung kann weitreichende Auswirkungen haben und zu einem unsicheren System führen.

Die Validierung der Ziele, die in diesem Abschnitt genannten werden, erfolgt teilweise schon durch die Funktionsprüfung der einzelnen IT-Sicherheitskomponenten (Komponententest). Allerdings kann sich das Gesamtsystem durch die Zusammenschaltung der verschiedenen Systemkomponenten unerwartet verhalten. Dadurch können nicht offensichtliche Sicherheitslücken entstehen.

Die im folgenden Abschnitt dargestellten Validierungsziele der IT-Sicherheit konzentrieren sich aus diesem Grund auf die Validierung von Eigenschaften des Gesamtsystems. Ziel der Beschreibung der Validierungsziele ist aufzuzeigen welcher Sachverhalt zu validieren ist. Wie dieses Ziel zu erreichen ist und welche Messgrößen dabei eine Rolle spielen ist Aufgabe von D12.2 „Validierungsziele, Metriken und Methoden“.

3.1 Beschreibung der Validierungsziele

Im Folgenden werden die sechs zentralen Validierungsziele bezüglich der IT-Sicherheit in sim^{TD} vorgestellt:

3.1.1 [TVZ_SEC_1] Korrekte Signaturprüfung von eingehenden Daten

Mit Hilfe der kryptografischen Signatur, die jede C2X-Nachricht enthält, lässt sich die Authentizität des Absenders prüfen. Diese Prüfung muss lückenlos und vollständig jede Nachricht validieren und im Falle einer ungültigen Signatur oder eines abgelaufenen Pseudonyms des Absenders die Nachricht verwerfen. Außerdem müssen revozierte Teilnehmer von der Kommunikation ausgeschlossen werden.

3.1.2 [TVZ_SEC_2] Plausibilitätsprüfung

Auch wenn eingehende Nachrichten authentisch sind, können die darin enthaltenen Informationen trotzdem falsch sein – beispielsweise durch GPS-Empfangsprobleme, defekte Sensoren oder einem Angreifer der seine Pseudonyme missbraucht und „virtuelle Fahrzeuge“ vertauscht. Die Plausibilitätsprüfung, als Teil des IT-Sicherheitssystems in sim^{TD}, sollte in der Lage sein solche nicht plausiblen Situationen (z.B. ein physikalisch unmögliches Bewegungsmuster) zu erkennen und die Erkenntnisse den Anwendungen zur Verfügung zu stellen.

3.1.3 [TVZ_SEC_3] Häufigkeit des Pseudonymwechsels

Ein Schwerpunkt der IT-Sicherheitsarbeitsgruppe in sim^{TD} war die Berücksichtigung eines Konzeptes, dass die einzelnen Fahrzeuge pseudonymisiert – also deren durchgehende Identifizierbarkeit verhindert und damit die Privatsphäre der Fahrer schützt. Details zur Pseudonymisierung sind in D21.5, Abschnitte 5.1.1 und 5.3.1 „Einsatz von Pseudonymen“ zu finden.

Ein wichtiger Punkt ist, dass die Funktionen den Wechsel eines Pseudonyms erlauben bzw. verhindern können. Dies kann im schlimmsten Fall dazu führen, dass niemals ein Pseudonym gewechselt werden kann, wenn immer mindestens eine Funktion den Wechsel blockiert. Angestrebt ist, einen Pseudonymwechsel etwa ein Mal pro Stunde durchzuführen. Dieses Ziel sollte in sim^{TD} erreicht werden, was zu validieren ist.

Neben der Zeitspanne zwischen den Pseudonymwechseln ist insbesondere die Gesamtzeit interessant, in der die Funktionen das Wechseln von Pseudonymen zulassen., ebenso wie die maximale Zeit/Weg-Spanne in der die Funktionen den Wechsel verhindern.

3.1.4 [TVZ_SEC_4] Schutz der Privatsphäre

Die Pseudonyme schützen allerdings nur vor einer Identifikation anhand des verwendeten digitalen Zertifikats. Andere Daten auf Anwendungsebene, die durch die verschiedenen Funktionen bereitgestellt werden, sowie Identifikatoren auf Netzwerkebene (IP-Adresse, MAC-Adresse), können die Pseudonymisierung unterlaufen und Fahrzeuge zeitweilig – oder im schlimmsten Fall dauerhaft – eindeutig identifizierbar machen.

Das Validierungsziel „Schutz der Privatsphäre“ erfordert dementsprechend eine durchgängige Pseudonymisierung auf allen Ebenen des sim^{TD}-Systems (d.h. synchroner Wechsel von Pseudonym, Netzwerkidentifikatoren und ggf. anwendungsspezifischen Identifikatoren), was zu prüfen ist.

3.1.5 [TVZ_SEC_5] Schutz bei der Übertragung von vertraulichen Daten

Einige Funktionen in sim^{TD} versenden Daten, die nach der IT-Sicherheitsanalyse (siehe Kapitel 4 in D21.5) als vertraulich eingestuft sind und somit verschlüsselt übertragen werden sollen. Die Verschlüsselung und Entschlüsselung von Nachrichten wird zentral von der IT-Sicherheitsdienstkomponente angeboten, muss jedoch von den entsprechenden Funktionen auch genutzt werden. Dass dies bei allen betreffenden Funktionen (voraussichtlich F1.1.2, F3.1.1 und F3.1.2) der Fall ist und somit vertrauliche Daten bei der Übertragung geschützt werden, ist ein weiteres wichtiges Validierungsziel der IT-Sicherheit in sim^{TD}.

3.1.6 [TVZ_SEC_6] Keine IT-sicherheitstechnischen Verwundbarkeiten

Die Systemkomponenten und Funktion verarbeiten eingehende Daten, die ein bestimmtes Format besitzen. Gerade in einem verteilten System wie sim^{TD} kann nicht ausgeschlossen werden, dass eingehende Daten – absichtlich oder versehentlich – verändert wurden und so nicht mehr das erwartete Format aufweisen. Versucht nun das empfangende System die Daten zu verarbeiten kann es im einfachsten Fall zu einem internen Programmfehler kommen, der das Programm abstürzen lässt. Denkbar ist auch, dass das betroffene Programm die vorhandenen Systemressourcen wie den Prozessor oder den Hauptspeicher vollständig auslastet und so andere Programme in Mitleidenschaft zieht. Im – aus IT-Sicherheitssicht – schlimmsten Fall wird durch die Verarbeitung der veränderten Daten unbemerkt zusätzlicher Programmcode eingeschleust, der dann zur Ausführung kommt (code injection vulnerability).

Über Verwundbarkeiten in Programmen können möglicherweise das Programm, dessen Daten und andere auf dem gleichen System ausgeführte Programme infiziert und dadurch die IT-Sicherheitsarchitektur ausgehebelt werden. Eine Validierung, dass die eingesetzten Programme, Komponenten und Funktionen nicht verwundbar sind, ist daher sehr wichtig.

3.2 Tabellarische Übersicht der Validierungsziele IT-Sicherheit

Tabelle 27: Technische Validierungsziele der IT-Sicherheit

ID	Kategorie	Art	Zielbeschreibung	Bewertungshinweis	Priorität
Funktionalität					
TVZ_SEC_1	IT-Sicherheit	V	Korrekte Signaturprüfung von eingehenden Daten	Vollständige Verifikation der Signaturen der eingehenden Daten. Nur bei einer positiven Verifikation dürfen die Daten die Funktionen erreichen.	mittel
TVZ_SEC_2	IT-Sicherheit	V	Plausibilitätsprüfung	Gefordert wird das Erkennen und Aussortieren von unrealistischen bzw. physikalisch unmöglichen Daten	mittel
TVZ_SEC_3	IT-Sicherheit	V	Häufigkeit des Pseudonymwechsels	Angestrebt wird ein mindestens stündlicher Pseudonymwechsel	mittel
TVZ_SEC_4	IT-Sicherheit	V	Schutz der Privatsphäre	Einheitlicher Wechsel der Identifikatoren auf allen Systemebenen	mittel
TVZ_SEC_5	IT-Sicherheit	V	Schutz bei der Übertragung von vertraulichen Daten	Vertrauliche Daten sind vor der Übertragung zu verschlüsseln.	mittel
TVZ_SEC_6	IT-Sicherheit	V	Keine IT-sicherheitstechnischen Verwundbarkeiten	Die eingesetzten Softwaresysteme sollen frei von Verwundbarkeiten sein, die einen Angriff und eine Übernahme des Systems erlauben.	mittel

4 Nichttechnische Validierungsziele – Funktionen

4.1 Vorgehen

Im Rahmen von sim^{TD} wurden folgende nicht-technische Fragestellungen als zentral für die Bewertung der ausgewählten sim^{TD}-Funktionen in den von Teilprojekt TP 4 durchzuführenden Versuchen definiert:

- Auswirkungen der sim^{TD}-Funktionen auf **Nutzerakzeptanz**
- Auswirkungen der sim^{TD}-Funktionen auf **Fahr- und Verkehrseffizienz**
- Auswirkungen der sim^{TD}-Funktionen auf **Fahr- und Verkehrssicherheit**

Voraussetzung für die Prüfung der Auswirkungen der sim^{TD}-Funktionen ist deren Benutzbarkeit. Aus diesem Grund wurde die **Benutzbarkeit** als eigenständige nicht-technische Fragestellung aufgenommen, die im Rahmen von nicht-technischen Tests in den Teilprojekten TP 2 und TP 3 zu adressieren ist, bevor nicht-technische Versuche in Teilprojekt 4 durchgeführt werden können.

Im Rahmen von Arbeitspaket AP51 „Bewertung Feldversuch“ wurde eine erste Sammlung von Kriterien, Kenngrößen und Messgrößen erstellt, die die o.g. nicht-technischen Fragestellungen adressieren. Diese Arbeiten wurden im Deliverable D5.1 „Anforderungskatalog an den Feldtest“ zusammengeführt. Bei der Erstellung und Auswahl von Validierungszielen wurden die Eingaben von D5.1 bezüglich Kriterien und Kenngrößen (= Maßzahlen, die zur Quantifizierung dienen, müssen nicht unmittelbar Gegenstand einer Messung sein) berücksichtigt.

Die Arbeiten zu nicht-technischen Validierungszielen im Rahmen von AP12 gestalteten sich wie folgt:

1. Erstellung einer Liste von potenziellen nicht-technischen Validierungszielen inkl. Ausarbeitung einer Beschreibung der Validierungsziele (Verantwortlichkeit: IZVW und TUMVT)
2. Anwendung der nicht-technischen Validierungsziele auf die einzelnen sim^{TD}-Funktionen, Kommentierung und Ergänzung der nicht-technischen Validierungsziele (Verantwortlichkeit: Funktionsentwicklungsteams, FETs)
3. Sammlung der angewendeten nicht-technischen Validierungsziele sowie Konsolidierung der Kommentierungen und Ergänzungen, Durchsicht des Spezifikationsleitfadens hinsichtlich zusätzlicher relevanter Informationen bezüglich nicht-technischer Validierungsziele (Harmonisierungsprozess, Verantwortlichkeit: IZVW)
4. Kontrolle und Kommentierung der bezüglich nicht-technischer Validierungsziele harmonisierten Informationen (Verantwortlichkeit: FETs)
5. Abgleich der nicht-technischen Validierungsziele mit Informationen des Deliverables D5.1 (AP51; Verantwortlichkeit: TUB)
6. Finalisierung der Liste nicht-technischer Validierungsziele inkl. inhaltlicher Gesamtprüfung (Verantwortlichkeit: IZVW und TUMVT)

Im Rahmen der genannten Arbeitsschritte zu den nicht-technischen Validierungszielen wurden zugleich Anfragen bezüglich nicht-technischer Validierungsmetriken und -methoden gestartet. Die Ergebnisse der entsprechenden Anfragen werden im Rahmen von D12.2 „Validierungsziele, -metriken und -methoden“ berichtet.

Die FETs wurden in dem unter (2) genannten Schritt konkret gebeten, für die jeweilige von ihnen betreute sim^{TD}-Funktion

1. die beschriebenen Validierungsziele, -metriken und -methoden zu studieren und zu kommentieren bzw. zu ergänzen,
2. falls Validierungsziele, -metriken oder -methoden für die jeweilige sim^{TD}-Funktion fehlen, diese in die Auflistung aufzunehmen sowie
3. die Validierungsziele, -metriken und -methoden, die in der jeweiligen sim^{TD}-Funktion adressiert sind, durch ein „X“ kenntlich zu machen. Ein leeres Kästchen in der letzten Spalte wird somit als „nicht-adressiert“ gewertet.

Im Rahmen der unter (4) genannten Anfrage an die FETs wurden diese gebeten, für ihre sim^{TD}-Funktion zu prüfen, inwiefern

1. die zuvor von ihnen gemachten Angaben (siehe Schritt (2)) korrekt übernommen wurden,
2. die neuen (d.h. in Schritt (2) entstandenen) nicht-technischen Validierungsziele auch für das jeweilige FET von Interesse sind sowie
3. die aus dem Spezifikationsleitfaden entnommenen Informationen bezüglich nicht-technischer Validierungsziele (siehe Schritt (3)) zu übernehmen sind.

Die im Rahmen von AP12 von den FETs gemachten Angaben zu nicht-technischen Validierungszielen, -metriken und -methoden werden an AP13 „Testfälle“ übergeben. Dort werden – basierend auf den in sim^{TD} vorgegebenen Anwendungsfällen – Test- und Versuchsfälle konzipiert, die später in TP3 bzw. in TP4 empirisch durchzuführen sind. Die Auswertungsstrategie sowie die Entscheidung, unter welchen Voraussetzungen ein nicht-technisches Validierungsziel als erfüllt gilt, wird in AP13 „Testfälle“ erarbeitet.

Anmerkungen:

Die angegebenen Validierungsziele der FETs sind als „Wunschliste“ zu verstehen. Im weiteren Arbeitsprozess von sim^{TD} ist es möglich, dass einzelne Validierungsziele nicht durch Versuchsfälle abgedeckt bzw. weitere Validierungsziele in den Tests bzw. Versuchen adressiert werden, deren Erfüllung von den jeweiligen FETs zum Zeitpunkt der Erstellung von D12.1 nicht explizit gefordert wurde.

Es erfolgt keine Priorisierung der nicht-technischen Validierungsziele im Rahmen von AP12: Zum einen wird in D12.1 nur eine überschaubare Menge an nicht-technischen Validierungszielen vorgeschlagen. Zum anderen ist in AP13 „Testfälle“ eine simultane Prüfung von mehreren nicht-technischen Validierungszielen vorgesehen. So wird zurzeit davon ausgegangen, dass über ein und denselben nicht-technischen Versuchsfall ausgewählte nicht-technische Validierungsziele (z.B. „Fahrsicherheit“ und „Nutzerakzeptanz“) geprüft werden können. Es ist somit keine Priorisierung der nicht-technischen Validierungsziele notwendig.

Im Folgenden werden die mit den FETs abgestimmten nicht-technischen Validierungsziele kurz beschrieben (siehe Kap. 4.2). Anschließend wird vorgestellt, welche nicht-technischen Validierungsziele für die jeweiligen sim^{TD}-Funktionen von den jeweiligen FETs als einschlägig bewertet werden (siehe Kap. 4.3). Als Grundlage für diese Arbeiten ist auf das Glossar in D12.1 zu verweisen (siehe Dokumentende), in dem diese nicht-technischen Fragestellungen in sim^{TD} kurz definitorisch beschrieben werden.

4.2 Kurzbeschreibung der nicht-technischen Validierungsziele

Im folgenden Teilkapitel werden die in AP12 identifizierten und mit den FETs abgestimmten nicht-technischen Validierungsziele vorgestellt. Diese Darstellung umfasst eine Benennung der für die genannten nicht-technischen Fragestellungen einschlägigen Validierungsziele inkl. Vergabe einer Identifikationsnummer.

Die hier berichteten Inhalte sind Ergebnis des unter Kap. 4.1 beschriebenen Prozesses. Bei der Erstellung und Auswahl von Validierungszielen wurden die Eingaben von D5.1 „Anforderungskatalog an den Feldtest“ (AP51) bezüglich Kriterien und Kenngrößen berücksichtigt. Hinweise bezüglich Validierungsmetriken und –methoden werden in D12.2 „Validierungsziele, -metriken und -methoden“ berichtet.

4.2.1 Nutzerakzeptanz

Für die Fragestellung „Nutzerakzeptanz“ wurden drei nicht-technische Validierungsziele identifiziert (siehe Tabelle 28): Hohe wahrgenommene Nützlichkeit, positive Einstellung gegenüber System und positive Systemnutzung. Die auf die „Nutzerakzeptanz“ bezogenen Validierungsziele werden mit den ID ntVZ_N.0x (ntVZ_N.01 bis ntVZ_N.03) geführt.

Tabelle 28: Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Nutzerakzeptanz“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).

ID	Validierungsziel	Kurzbeschreibung
ntVZ_N.01	Hohe wahrgenommene Nützlichkeit	Fahrerurteile werden zu verschiedenen Aspekten der wahrgenommenen Nützlichkeit abgefragt. Beispiele: Subjektive Zeitersparnis/Fahrsicherheit, Veränderung der Aufmerksamkeitsanforderungen, Wahrgenommene Aktualität von Meldungen, Wahrgenommene Einsparung Kraftstoff, Wahrgenommene Datensicherheit, Vertrauen auf Wahrung der Privatsphäre, Wahrgenommene Zuverlässigkeit des Systems, Segmentspezifische Preisbereitschaft, Vergleich Nützlichkeit gg. bekannten Systemen
ntVZ_N.02	Positive Einstellung gegenüber System	Fahrerurteile werden zu verschiedenen Aspekten einer positiven Einstellung gegenüber dem sim ^{TD} -System abgefragt. Beispiele: Subjektive Zufriedenheit des Nutzers, Komfort/Entspannung, Subjektives Unterhaltungspotential, Erlebbarkeit, Attraktivität
ntVZ_N.03	Positive Systemnutzung	Sowohl Fahrerurteile zu verschiedenen Aspekten einer positiven Systemnutzung werden abgefragt als auch Analysen zum objektiven Bedienverhalten werden durchgeführt. Beispiele: Häufigkeit der Nutzung, Befolgungsrate von Meldungen, Befolgungsgeschwindigkeit, Möglichkeit des Ein- und Ausschaltens. Evtl. ergeben sich Differenzen zwischen Fahrerurteilen und Bedien- bzw. Nutzungsverhalten.

4.2.2 Fahreffizienz

Für die Fragestellung „Fahreffizienz“ wurden sechs nicht-technische Validierungsziele identifiziert (siehe Tabelle 29): Änderung der Reisezeit, Änderung der Verlustzeit, Änderung des Geschwindigkeitsprofils, Änderung der Anzahl der Halte, Kraftstoffverbrauch und Änderung der Routenwahl. Die auf die „Fahreffizienz“ bezogenen Validierungsziele werden mit den ID ntVZ_FE.0x (ntVZ_FE.01 bis ntVZ_FE.06) geführt.

Tabelle 29: Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Fahreffizienz“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).

ID	Validierungsziel	Kurzbeschreibung
ntVZ_FE.01	Änderung der Reisezeit	Dauer einer Fahrt von einem festen Punkt A zu einem festen Punkt B
ntVZ_FE.02	Änderung der Verlustzeit	Differenz zwischen tatsächlicher und idealer Reisezeit. Die ideale Reisezeit ist die Zeitdauer, die für das Durchfahren eines Streckenabschnitts (von Punkt A nach Punkt B) ohne jegliche Beeinträchtigung und unter Beachtung der erlaubten Geschwindigkeit erreicht werden kann. Es ist zu beachten, dass bei Einsatzfahrzeugen Rotlichtquerungen zulässig sind.
ntVZ_FE.03	Änderung des Geschwindigkeitsprofils	Geschwindigkeit über die Zeit bzw. über den Weg
ntVZ_FE.04	Änderung der Anzahl der Halte	Anzahl der Anhaltevorgänge
ntVZ_FE.05	Änderung des Kraftstoffverbrauchs	Kraftstoffverbrauch pro gefahrener km bzw. über Teil-/ Gesamtstrecke(n)
ntVZ_FE.06	Änderung der Routenwahl	Berücksichtigt, ob eine andere Route gewählt wird und deren Streckenlänge sich verändert, ggf. in Zusammenhang mit der daraus resultierenden Reisezeit

4.2.3 Verkehrseffizienz

Für die Fragestellung „Verkehrseffizienz“ wurden acht nicht-technische Validierungsziele identifiziert (siehe Tabelle 30): Änderung der Reisezeiten, Änderung der Varianz der Reisezeiten, Änderung der Verlustzeiten, Kapazitätsveränderung, Harmonisierung des Verkehrsablaufs, Änderung der Anzahl der Halte, Kraftstoffverbrauch und Änderung der Routenwahl. Die auf die „Verkehrseffizienz“ bezogenen Validierungsziele werden mit den ID ntVZ_VE.0x (ntVZ_VE.01 bis ntVZ_VE.08) geführt.

Tabelle 30: Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Verkehrseffizienz“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).

ID	Validierungsziel	Kurzbeschreibung
ntVZ_VE.01	Änderung der Reisezeiten	Dauer von Fahrten von einem festen Punkt A zu einem festen Punkt B
ntVZ_VE.02	Änderung der Varianz der Reisezeiten	Streuung der Reisezeiten auf einem Abschnitt (von Punkt A nach Punkt B) zu einem festgelegten Abfahrtszeitpunkt
ntVZ_VE.03	Änderung der Verlustzeiten	Differenz zwischen tatsächlicher und idealer Reisezeit. Die ideale Reisezeit ist die Zeitdauer, die für das Durchfahren eines Streckenabschnitts (von Punkt A nach Punkt B) ohne jegliche Beeinträchtigung und unter Beachtung der erlaubten Geschwindigkeit erreicht werden kann. Es ist zu beachten, dass bei Einsatzfahrzeugen Rotlichtquerungen zulässig sind.
ntVZ_VE.04	Kapazitätsveränderung	Maximale Verkehrsstärke, die unter bestimmten Verkehrs-, Umfeld- und Kontrollbedingungen erreicht werden kann
ntVZ_VE.05	Harmonisierung des Verkehrsablaufs	Verteilung der Geschwindigkeiten in einem Zeitintervall, auf einem Streckenabschnitt bzw. zwischen den Fahrstreifen.
ntVZ_VE.06	Änderung der Anzahl der Halte	Anzahl der Anhaltevorgänge
ntVZ_VE.07	Änderung des Kraftstoffverbrauchs	Kraftstoffverbrauch pro gefahrener km bzw. über Teil-/ Gesamtstrecke(n)

ID	Validierungsziel	Kurzbeschreibung
ntVZ_VE.08	Änderung der Routenwahl	Berücksichtigt, ob eine andere Route gewählt wird und deren Streckenlänge sich verändert, ggf. in Zusammenhang mit der daraus resultierenden Reisezeit

4.2.4 Fahrsicherheit

Für die Fragestellung „Fahrsicherheit“ wurden drei nicht-technische Validierungsziele identifiziert (siehe Tabelle 31): Änderung des Abstandsverhaltens, Änderung des Beschleunigungsverhaltens und Änderung der Häufigkeit kritischer Fahrsituationen. Die auf die „Fahrsicherheit“ bezogenen Validierungsziele werden mit den ID ntVZ_FS.0x (ntVZ_FS.01 bis ntVZ_FS.03) geführt.

Tabelle 31: Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Fahrsicherheit“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).

ID	Validierungsziel	Kurzbeschreibung
ntVZ_FS.01	Änderung des Abstandsverhaltens	Abstand und Relativgeschwindigkeit zum Vorderfahrzeug
ntVZ_FS.02	Änderung des Beschleunigungsverhaltens	Beschleunigung über die Zeit bzw. über den Weg
ntVZ_FS.03	Änderung der Häufigkeit kritischer Fahrsituationen	Häufigkeit kritischer Fahrsituationen, bspw. Aufgrund geringer Sicherheitsabstände, zu hoher Geschwindigkeiten oder Fahrstreifenwechsel

4.2.5 Verkehrssicherheit

Für die Fragestellung „Verkehrssicherheit“ wurden vier nicht-technische Validierungsziele identifiziert (siehe Tabelle 32): Änderung des Abstandsverhaltens, Änderung des Beschleunigungsverhaltens, Änderung der Häufigkeit kritischer Verkehrssituationen und Harmonisierung des Verkehrsablaufs. Die auf die „Verkehrssicherheit“ bezogenen Validierungsziele werden mit den ID ntVZ_VS.0x (ntVZ_VS.01 bis ntVZ_VS.04) geführt.

Tabelle 32: Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Verkehrssicherheit“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).

ID	Validierungsziel	Kurzbeschreibung
ntVZ_VS.01	Änderung des Abstandsverhaltens	Abstand und Relativgeschwindigkeit zum Vorderfahrzeug
ntVZ_VS.02	Änderung des Beschleunigungsverhaltens	Beschleunigung über die Zeit bzw. über den Weg
ntVZ_VS.03	Änderung der Häufigkeit kritischer Verkehrssituationen	Häufigkeit kritischer Fahrsituationen, bspw. Aufgrund geringer Sicherheitsabstände, zu hoher Geschwindigkeiten oder Fahrstreifenwechsel
ntVZ_VS.04	Harmonisierung des Verkehrsablaufs	Verteilung der Geschwindigkeiten und Zeitlücken in einem Zeitintervall, auf einem Streckenabschnitt bzw. zwischen den Fahrstreifen

4.2.6 Benutzbarkeit

Für die Fragestellung „Benutzbarkeit“ wurden vier nicht-technische Validierungsziele identifiziert (siehe Tabelle 33): Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit und Konformität. Die

auf die „Benutzbarkeit“ bezogenen Validierungsziele werden mit den ID ntVZ_B.0x (ntVZ_B.01 bis ntVZ_B.04) geführt.

Tabelle 33: Übersicht über nicht-technische Validierungsziele „Benutzbarkeit“ („ID“ Identifikationsnummer des Validierungsziels, Validierungsziel und Kurzbeschreibung).

ID	Validierungsziel	Kurzbeschreibung
ntVZ_B.01	Verständlichkeit	Aufwand für den Benutzer, das Konzept und die Anwendung zu verstehen. Beispiel: Erkennbarkeit, Beherrschbarkeit der Funktionsgrenzen
ntVZ_B.02	Erlernbarkeit	Aufwand für den Benutzer, die Anwendung zu erlernen (z. B. Bedienung, Ein-, Ausgabe). Beispiele: Selbsterklärungsfähigkeit des Systems
ntVZ_B.03	Bedienbarkeit	Aufwand für den Benutzer, die Anwendung zu bedienen. Beispiele: Ausmaß an Aufmerksamkeit/Ablenkungswirkungen, Kompatibilität mit der Fahrzeugführung, Fehlertoleranz des Systems
ntVZ_B.04	Konformität	Grad, in dem die sim ^{TD} -Funktion Normen oder Vereinbarungen (z.B. Statement of Principles, Code of Practice) zur Benutzbarkeit von Mensch-Technik Systemen (v.a. im Fahrzeugkontext) erfüllt

Anmerkung:

Die Erfüllung der Validierungsziele „Benutzbarkeit“ der sim^{TD}-Funktionen muss vor Beginn der Durchführung der Versuche im Versuchsgebiet, auf dem Testgelände und/oder in der Fahrsimulation überprüft werden. In Anlehnung an D5.1 werden hier Aspekte der Gebrauchstauglichkeit angesprochen, die z.B. im Rahmen von ISO-Normen zur ergonomischen Ausgestaltung von Fahrerinformations- und -assistenzsystemen adressiert werden (z.B. DIN EN ISO 15005, 2002; DIN EN ISO 17287, 2003). Es wird davon ausgegangen, dass eine sim^{TD}-Funktion nur dann im Versuch zur Anwendung kommt, wenn diese genannten Mindestanforderungen an die Benutzbarkeit in weiten Teilen erfüllt sind.

In diesem Zusammenhang wird folgende Empfehlung von AP12 für die notwendigen Testfälle zur Überprüfung der Benutzbarkeit der sim^{TD}-Funktionen gegeben: Es ist zu prüfen, inwiefern sim^{TD}-Funktionen,

- die dem Fahrer Informationen und/oder Warnungen zur Verfügung stellen, die Validierungsziele „Verständlichkeit“ und „Erlernbarkeit“ erfüllen.
- die dem Fahrer Möglichkeiten zur Eingabe bzw. Bedienung bieten, das Validierungsziel „Bedienbarkeit“ erfüllen.
- die in irgendeiner Art und Weise mit dem Fahrer in Interaktion stehen, das Validierungsziel „Konformität“ erfüllen.

Die entsprechenden hieraus resultierenden nicht-technischen Tests (TP2 und TP3), in denen die Validierungsziele zur „Benutzbarkeit“ adressiert werden, sind vor Beginn der nicht-technischen Versuche (TP4) durchzuführen.

4.3 Nicht-technische Validierungsziele der sim^{TD}-Funktionen

Tabelle 34 veranschaulicht tabellarisch die identifizierten und für die Bewertung der sim^{TD}-Funktion als relevant betrachteten nicht-technischen Validierungsziele für die einzelnen sim^{TD}-Funktionen.

Anmerkung:

Bei sim^{TD}-Funktionen der Hauptfunktion HF1.1 werden nicht-technische Validierungsziele nicht adressiert. Die entsprechenden Funktionen (sog. Basisfunktionen) sind Grundlage für

andere sim^{TD}-Funktionen. Es findet für diese sim^{TD}-Funktionen keine direkte Interaktion mit dem Fahrer statt. Durch die Überprüfung der Validität der anderen sim^{TD}-Funktionen wird die Qualität der Basisfunktionen indirekt geprüft (z.B. bei einer Stauendewarnung (F_2.1.2) wird die Qualität der Basisfunktion „Identifikation von Verkehrseignissen“ (F_1.1.5) geprüft). Daher wurden sim^{TD}-Funktionen der HF1.1 in Tabelle 34 nicht aufgenommen.



ID	Validierungsziel	F_1.2.1 Straßenvorausschau	F_1.2.2 Baustelleninformationssystem	F_1.2.3 Erweiterte Navigation	F_1.3.1 Umlenkungsmanagement	F_1.3.2 Lichtsignalanlagen Netzsteuerung	F_1.3.3 Lokale verkehrsabhängige LSA-Steuerung	F_2.1.1 Hinderniswaarung	F_2.1.2 Stauendewarung	F_2.1.3 Wetterwarung	F_2.1.4 EFZ-Warung	F_2.2.1 Verkehrszeichen-Assistent/Warung	F_2.2.2 Ampel-Phasen-Assistent/Warung	F_2.2.3 Längsführungsassistent	F_2.2.4 Kreuzungs-/Querverkehrsassistent	F_3.1.1 Internetbasierte Dienstrutzung	F_3.1.2 Standortinformationendienste
Verkehrseffizienz																	
ntVZ_VE.01	Änderung der Reisezeiten	X		X	X	X	X						X				
ntVZ_VE.02	Änderung der Varianz der Reisezeiten			X	X	X	X						X				
ntVZ_VE.03	Änderung der Verlustzeiten	X		X	X	X	X						X				
ntVZ_VE.04	Kapazitätsveränderung		X			X	X										
ntVZ_VE.05	Harmonisierung des Verkehrsablaufs		X			X	X			X		X	X	X			
ntVZ_VE.06	Änderung der Anzahl der Halte					X	X						X				
ntVZ_VE.07	Kraftstoffverbrauch			X	X	X							X				
ntVZ_VE.08	Änderung der Routenwahl	X		X	X	X											
Fahrsicherheit																	
ntVZ_FS.01	Änderung des Abstandsverhaltens							X	X	X			X	X			
ntVZ_FS.02	Änderung des Beschleunigungsverhaltens		X					X	X	X			X	X			
ntVZ_FS.03	Änderung der Häufigkeit kritischer Fahrsituationen	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X		
Verkehrssicherheit																	
ntVZ_VS.01	Änderung des Abstandsverhaltens							X	X				X	X			
ntVZ_VS.02	Änderung des Beschleunigungsverhaltens		X					X	X				X	X			

ID	Validierungsziel	F_1.2.1 Straßenvorausschau	F_1.2.2 Baustelleninformationssystem	F_1.2.3 Erweiterte Navigation	F_1.3.1 Umlenktmanagement	F_1.3.2 Lichtsignalanlagen Netzsteuerung	F_1.3.3 Lokale verkehrsabhängige LSA-Steuerung	F_2.1.1 Hinderniswaarung	F_2.1.2 Stauendewarung	F_2.1.3 Wetterwarung	F_2.1.4 EFZ-Warung	F_2.2.1 Verkehrszeichen-Assistent/Warung	F_2.2.2 Ampel-Phasen-Assistent/Warung	F_2.2.3 Längsführungsassistent	F_2.2.4 Kreuzungs-/Querverkehrsassistent	F_3.1.1 Internetbasierte Dienstrutzung	F_3.1.2 Standortinformationssdienste
ntVZ_VS.03	Änderung der Häufigkeit krit. Verkehrssituationen	X	X					X	X			X	X	X	X		
ntVZ_VS.04	Harmonisierung des Verkehrsablaufs		X			X		X	X	X		X	X				

4.4 Fazit zu den nicht-technischen Validierungszielen

Im Rahmen von AP12 wurden nicht-technische Validierungsziele in den Fragestellungen „Nutzerakzeptanz“, „Fahreffizienz“, „Verkehrseffizienz“, „Fahrsicherheit“, „Verkehrssicherheit“ und „Benutzbarkeit“ identifiziert und beschrieben, die nachfolgend im Rahmen von sim^{TD} für die Bewertung der entwickelten sim^{TD}-Funktionen heranzuziehen sind. Diese nicht-technischen Validierungsziele wurden von den Funktionsentwicklungsteams (FETs) für die jeweilige sim^{TD}-Funktion angewendet.

Anmerkungen: Bei Funktionen der Hauptfunktion HF1.1 werden nicht-technische Validierungsziele nicht adressiert, da die entsprechenden Funktionen (sog. Basisfunktionen) Grundlage für andere sim^{TD}-Funktionen sind. Es findet für sim^{TD}-Funktionen der HF1.1 keine direkte Interaktion mit dem Fahrer statt. Durch die Überprüfung der Validität der anderen sim^{TD}-Funktionen wird die Qualität der Basisfunktionen indirekt geprüft (z.B. bei einer Stauendwarnung (F_2.1.2) wird die Qualität der Basisfunktion „Identifikation von Verkehrereignissen“ (F_1.1.5) geprüft). Daher wurden sim^{TD}-Funktionen der HF1.1 in Tabelle 34 nicht aufgenommen.

Bezogen auf die nicht-technischen Fragestellungen bleibt **vereinfacht** festzuhalten:

- **Validierungsziele „Nutzerakzeptanz“** (hohe wahrgenommener Nützlichkeit, positive Einstellung gegenüber System sowie positiver Systemnutzung) werden für alle sim^{TD}-Funktionen, mit denen der Fahrer interagiert, hervorgehoben (HF 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1).
- **Validierungsziele „Fahreffizienz“** (Änderung der Reisezeit, Änderung der Verlustzeit, Änderung des Geschwindigkeitsprofils, Änderung der Anzahl der Halte, Kraftstoffverbrauch und Änderung der Routenwahl) werden v.a. von den sim^{TD}-Funktionen der HF 1.2 und 1.3 sowie der Einsatzfahrzeugwarnung (F_2.1.4, Achtung: Fahreffizienz bezieht sich hier auf das Einsatzfahrzeug) und dem Ampelphasenassistenten (F_2.2.2) adressiert.
- **Validierungsziele „Verkehrseffizienz“** (Änderung der Reisezeiten, Änderung der Varianz der Reisezeiten, Änderung der Verlustzeiten, Kapazitätsveränderung, Harmonisierung des Verkehrsablaufs, Änderung der Anzahl der Halte, Kraftstoffverbrauch und Änderung der Routenwahl) sind v.a. für sim^{TD}-Funktionen der HF 1.2 und 1.3 sowie für den Ampelphasenassistenten (F_2.2.2) von Bedeutung.
- **Validierungsziele „Fahrsicherheit“** (Änderung des Abstandsverhaltens, Änderung des Beschleunigungsverhaltens und Änderung der Häufigkeit kritischer Fahrsituationen) werden für alle sim^{TD}-Funktionen mit Informationen und Warnungen für den Fahrer identifiziert (HF 1.2, 2.1, 2.2).
- **Validierungsziele „Verkehrssicherheit“** (Änderung des Abstandsverhaltens, Änderung des Beschleunigungsverhaltens, Änderung der Häufigkeit kritischer Verkehrssituationen und Harmonisierung des Verkehrsablaufs) sind für alle sim^{TD}-Funktionen mit Informationen und Warnungen für den Fahrer relevant (HF 1.2, 2.1, 2.2).
- **Validierungsziele „Benutzbarkeit“** (Verständlichkeit, Erlernbarkeit, Bedienbarkeit und Konformität) sind für alle sim^{TD}-Funktionen vor Beginn der Durchführung der Versuche im Versuchsgebiet, auf dem Testgelände und in der Fahrsimulation zu überprüfen (in Form nicht-technischer Tests in TP2 bzw. TP3). Es wird davon ausgegangen, dass eine sim^{TD}-Funktion nur dann im Versuch zur Anwendung kommt, wenn die genannten Mindestanforderungen an die Benutzbarkeit in weiten Teilen erfüllt sind.

Durch die sim^{TD}-Funktionen der Hauptfunktionsgruppen werden **vereinfacht** folgende nicht-technische Validierungsziele adressiert:

- **HF 1.2 Verkehrsinformation und Navigation:** Nutzerakzeptanz, Fahr- und Verkehrseffizienz, Fahr- und Verkehrssicherheit
- **HF 1.3 Verkehrssteuerung:** Nutzerakzeptanz (sofern Interaktion mit Fahrer gegeben), Fahr- und Verkehrseffizienz
- **HF 2.1 Lokale Gefahrenwarnung:** Nutzerakzeptanz, Fahr- und Verkehrssicherheit; nur für Einsatzfahrzeugwarnung (F_2.1.4): Fahreffizienz
- **HF 2.2 Fahrerassistenz:** Nutzerakzeptanz, Fahr- und Verkehrssicherheit; nur für Ampelphasenassistenz (F_2.2.2): Fahr- und Verkehrseffizienz
- **HF 3.1 Erweiterte Dienste:** Nutzerakzeptanz, Fahreffizienz

5 Resultate

Mit Deliverable D12.1 hat AP12 technische und nicht-technische Validierungsziele für alle sim^{TD} Funktionen definiert. Diese sind ergänzt um technische Validierungsziele für Komponenten der sim^{TD} Plattform aus der Anforderungssicht der Funktionen.

Diese Validierungsziele bieten nun insbesondere die Basis zur Definition und Spezifikation von Testfällen in AP13. D12.1 ist allerdings auch für andere AP in sim^{TD} von Interesse. Hervorgehoben seien hier AP24 zur Konzeption der einzusetzenden Messtechnik und natürlich auch TP5 zur finalen Bewertung der in sim^{TD} erzielten Ergebnisse.

Mit diesem Dokument werden im Detail weit über 250 technische und nicht-technische Validierungsziele definiert:

Tabelle 35: Übersicht über Anzahl der Validierungsziele je Kategorie

Kategorie der Validierungsziele	Anzahl
Technische Validierungsziele – Funktionen (übergeordnet)	17
Technische Validierungsziele – Funktionen (spezifisch)	224
Technische Validierungsziele – Komponenten	8
Technische Validierungsziele – IT-Sicherheit	6
Nicht-technische Validierungsziele – Funktionen	28

Jedoch ist insbesondere bei den technischen Validierungszielen (Komponenten)¹⁴ und den nicht-technischen Validierungszielen (Funktionen)¹⁵ deutlich darauf hinzuweisen, dass diese spezifisch je Komponenten und Funktion zu betrachten sind!

Schlussfolgerung

Würde zu jedem in D12.1 definierten Validierungsziel in jeder funktions- bzw. komponentenspezifischer Ausprägung auch ein Testfall spezifiziert werden, müssten voraussichtlich weit über 1.000 Testfälle angelegt werden.

Da dies nach dem AP12-Ermessen den finanziellen und zeitlichen Rahmen innerhalb von sim^{TD} sprengen dürfte, ist eine Fokussierung auf die unbedingt erforderlichen Tests und Versuche (einschließlich von Simulationen) dringend angeraten.

¹⁴ In letzter Konsequenz zu jedem einzelnen Eintrag in einer Zelle der Tabellen in Kapitel 2.2

¹⁵ In letzter Konsequenz zu jedem „X“ in Tabelle 19 in Kapitel 3.3



Anhang: Priorisierungsmatrix

Tabelle 36: Priorisierungsmatrix der techn. Validierungsziele (Funktionen) (tvZ(FET))

Qualitätskategorie	Priorität nach Funktion																					
	Verkehr												Fahren und Sicherheit								Erg. Dienste	
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.3.1	1.3.2	1.3.3	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4	3.1.1	3.1.2	
Funktionalität																						
Angemessenheit																						
Richtigkeit																						
Interoperabilität																						
Sicherheit (IT Sicherheit)	übergreifend																					
Ordnungsmäßigkeit	übergreifend																					
Zuverlässigkeit																						
Reife	übergreifend																					
Fehlertoleranz																						
Robustheit																						
Wiederherstellbarkeit	übergreifend																					
Konformität																						
Effizienz																						
Zeitverhalten																						
Verbrauchsverhalten	übergreifend																					
Änderbarkeit																						
Analysierbarkeit	übergreifend																					
Modifizierbarkeit																						
Stabilität	übergreifend																					
Testbarkeit																						

Legende:

hoch	mittel	gering
------	--------	--------



Qualitätskategorie	Priorität nach Funktion																				
	Verkehr									Fahren und Sicherheit								Erg. Dienste			
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.3.1	1.3.2	1.3.3	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4	3.1.1	3.1.2
Übertragbarkeit																					
Anpassbarkeit																					
Installierbarkeit																					
Koexistenz	übergreifend																				
Austauschbarkeit																					
Konformität																					
Nutzungseigenschaften																					
Betriebssicherheit	übergreifend																				

Legende:

hoch	mittel	gering
------	--------	--------

Abkürzungen

FET	Funktionsentwicklungsteam in sim ^{TD}
Komp	Komponente der sim ^{TD} Plattform
ntVZ(FET)	nicht-technische Validierungsziele – Funktionen
tVZ(FET)	technische Validierungsziele – Funktionen
tVZ(Komp)	technische Validierungsziele – Komponenten

Glossar

Generell wird auf das sim^{TD} übergreifende Glossar verwiesen. Zur besseren Verständlichkeit sind nachfolgend wichtige Begriffe in Bezug auf die Validierungsziele erläutert. Das übergreifende Glossar kann bei Bedarf über das Projektbüro bezogen werden.

Qualitätskriterien zur Produktqualität

Tabelle 37: Qualitätskriterien zur Produktqualität

Qualitätskategorie	Beschreibung
Funktionalität	Inwieweit besitzt die Software die geforderten Funktionen? - Vorhandensein von Funktionen mit festgelegten Eigenschaften. Diese Funktionen erfüllen die definierten Anforderungen.
Angemessenheit	Inwieweit besitzt die Software die geforderten Funktionen? - Vorhandensein von Funktionen mit festgelegten Eigenschaften. Diese Funktionen erfüllen die definierten Anforderungen.
Richtigkeit	Liefern der richtigen oder vereinbarten Ergebnisse oder Wirkungen, z. B. die benötigte Genauigkeit von berechneten Werten.
Interoperabilität	Fähigkeit, mit vorgegebenen Systemen zusammenzuwirken.
Sicherheit (IT Sicherheit)	Fähigkeit, unberechtigten Zugriff, sowohl versehentlich als auch vorsätzlich, auf Programme und Daten zu verhindern.
Ordnungsmäßigkeit	Merkmale von Software, die bewirken, dass die Software anwendungsspezifische Normen oder Vereinbarungen oder gesetzliche Bestimmungen und ähnliche Vorschriften erfüllt.
Zuverlässigkeit	Kann die Software ein bestimmtes Leistungsniveau unter bestimmten Bedingungen über einen bestimmten Zeitraum aufrechterhalten? - Fähigkeit der Software, ihr Leistungsniveau unter festgelegten Bedingungen über einen festgelegten Zeitraum zu bewahren.
Reife	Geringe Versagenshäufigkeit durch Fehlerzustände.
Fehlertoleranz	Fähigkeit, ein spezifiziertes Leistungsniveau bei Software-Fehlern oder Nicht-Einhaltung ihrer spezifizierten Schnittstelle zu bewahren.
Robustheit	Fähigkeit, ein stabiles System bei Eingaben zu gewährleisten, die gar nicht vorgesehen sind. Die Software hält DAUs stand.
Wiederherstellbarkeit	Fähigkeit, bei einem Versagen das Leistungsniveau wiederherzustellen und die direkt betroffenen Daten wiederzugewinnen. Zu berücksichtigen sind die dafür benötigte Zeit und der benötigte Aufwand.
Konformität	Grad, in dem die Software Normen oder Vereinbarungen zur Zuverlässigkeit erfüllt.
Kontrollierbarkeit	Grad in dem sich das Gesamtsystem Fahrzeug auch bei Ausfall der Funktion kontrollieren lässt.
Effizienz	Wie liegt das Verhältnis zwischen Leistungsniveau der Software und eingesetzten Betriebsmitteln? - Verhältnis zwischen dem Leistungsniveau der Software und dem Umfang der eingesetzten Betriebsmittel unter festgelegten Bedingungen.
Zeitverhalten	Antwort- und Verarbeitungszeiten sowie Durchsatz bei der Funktionsausführung.
Verbrauchsverhalten	Anzahl und Dauer der benötigten Betriebsmittel bei der Erfüllung der Funktionen. Ressourcenverbrauch, wie CPU-Zeit, Festplattenzugriffe usw.

Qualitätskategorie	Beschreibung
Konformität	Grad, in dem die Software Normen oder Vereinbarungen zur Effizienz erfüllt.
Änderbarkeit	Welchen Aufwand erfordert die Durchführung vorgegebener Änderungen an der Software? - Aufwand, der zur Durchführung vorgegebener Änderungen notwendig ist. Änderungen können Korrekturen, Verbesserungen oder Anpassungen an Änderungen der Umgebung, der Anforderungen oder der funktionalen Spezifikationen einschließen.
Analysierbarkeit	Aufwand, um Mängel oder Ursachen von Versagen zu diagnostizieren oder um änderungsbedürftige Teile zu bestimmen.
Modifizierbarkeit	Aufwand zur Ausführung von Verbesserungen, zur Fehlerbeseitigung oder Anpassung an Umgebungsänderungen.
Stabilität	Wahrscheinlichkeit des Auftretens unerwarteter Wirkungen von Änderungen.
Testbarkeit	Aufwand, der zur Prüfung der geänderten Software notwendig ist.
Übertragbarkeit	Wie leicht lässt sich die Software in eine andere Umgebung übertragen? - Eignung der Software, von der Umgebung in eine andere übertragen werden zu können. Umgebung kann organisatorische Umgebung, Hardware- oder Software-Umgebung sein.
Anpassbarkeit	Fähigkeit der Software, diese an verschiedene Umgebungen anzupassen.
Installierbarkeit	Aufwand, der zum Installieren der Software in einer festgelegten Umgebung notwendig ist.
Koexistenz	Fähigkeit der Software neben einer anderen mit ähnlichen oder gleichen Funktionen zu arbeiten.
Austauschbarkeit	Möglichkeit, diese Software anstelle einer spezifizierten anderen in der Umgebung jener Software zu verwenden, sowie der dafür notwendige Aufwand.
Konformität	Grad, in dem die Software Normen oder Vereinbarungen zur Übertragbarkeit erfüllt.
Betriebssicherheit	Grad in dem der Ausfall des Systems die Betriebssicherheit des Fahrzeuges gefährdet.

Nicht-technische Validierungsziele

Tabelle 38: Nicht-technische Validierungsziele

Validierungsziel	Beschreibung
Nutzerakzeptanz	Die Nutzerakzeptanz betrachtet die Akzeptanz der sim ^{TD} -Funktion durch den Fahrer. Es ist folgende Unterscheidung zu treffen: <ul style="list-style-type: none"> • Subjektive Ebene: Beurteilung der sim^{TD}-Funktion durch den Fahrer (z.B. „System hat mich rechtzeitig informiert“) • Objektive Ebene: Nutzungs-/Reaktionsverhalten der Fahrer auf sim^{TD}-Funktion (z.B. Befolgungsraten und -geschwindigkeit auf sim^{TD}-Meldung/Information)
Fahr- und Verkehrseffizienz	Die Verkehrseffizienz adressiert mögliche Effizienzwirkungen (Leistungsfähigkeit des Verkehrssystems) bei der Fahrzeugführung der sim ^{TD} -Funktion. Als mögliche Kenngrößen können beispielhaft genannt werden: Reisezeiten, Reisegeschwindigkeit, Verkehrsstärke etc. Im Rahmen von sim ^{TD} wird unterschieden

Validierungsziel	Beschreibung
	<p>zwischen Fahr- und Verkehrseffizienz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fahreffizienz: Effizienzwirkungen der sim^{TD}-Funktion ausschließlich bezogen auf das mit der sim^{TD}-Funktion ausgestattete Fahrzeug • Verkehrseffizienz: Effizienzwirkungen der sim^{TD}-Funktion bezogen auf alle sich in einer Fahrsituation befindenden Fahrzeuge (inkl. und exkl. sim^{TD}-Funktion)
Fahr- und Verkehrssicherheit	<p>Die Verkehrssicherheit bezieht sich auf mögliche Sicherheitswirkungen der sim^{TD}-Funktion bei der Fahrzeugführung. Als diesbezüglich relevante Kenngrößen sind als Beispiele zu nennen: Geschwindigkeitsverhalten, Abstandsverhalten, Time-to-Collision (TTC), Spurwechselverhalten. In sim^{TD} wird folgende Unterscheidung getroffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fahrsicherheit: Mit Fahrzeugführung verknüpfte Sicherheitswirkungen der sim^{TD}-Funktion, ausschließlich auf das mit der sim^{TD}-Funktion ausgestattete Fahrzeug bezogen • Verkehrssicherheit: Auf Fahrzeugführung bezogene Sicherheitswirkungen der sim^{TD}-Funktion für alle sich in einer Fahrsituation befindenden Fahrzeuge (inkl. und exkl. sim^{TD}-Funktion)
Benutzbarkeit	<p>Vor Beginn der Durchführung der Versuche im Versuchsgebiet, auf dem Testgelände und in der Fahrsimulation muss die Benutzbarkeit des Systems überprüft werden. In Anlehnung an D5.1 werden hier Aspekte der Gebrauchstauglichkeit angesprochen, die z.B. im Rahmen von ISO-Normen zur ergonomischen Ausgestaltung von Fahrerinformations- und -assistenzsystemen adressiert werden (z.B. DIN EN ISO 15005, 2002; DIN EN ISO 17287, 2003)</p> <p>In EN ISO 15005 (2002) werden die folgenden Prinzipien als wichtig für die Entwicklung und Bewertung von Fahrerinformations- und -assistenzsystemen eingestuft:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eignung für den Gebrauch während der Fahrt: Kompatibilität mit der Fahrzeugführung, Einfachheit, Timing/Prioritäten • Eignung für TICS-Aufgaben: Konsistenz, Kontrollierbarkeit (TICS = „transport information and control systems“) • Eignung für den Fahrer: Selbsterklärungsfähigkeit, Konformität mit Fahrererwartungen, Fehlertoleranz <p>Es wird davon ausgegangen, dass eine sim^{TD}-Funktion nur dann im Versuch zur Anwendung kommt, wenn diese genannten Mindestanforderungen an die Benutzbarkeit in weiten Teilen erfüllt sind.</p>

Literatur

- [1] ISO/IEC 9126-1:2001 "Software engineering -- Product quality -- Part 1: Quality model"
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=2749 (5. Aug 2009)
- [2] ISO/IEC 9126-2:2003 "Software engineering -- Product quality -- Part 2: External Metrics"
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=2750 (5. Aug 2009)
- [3] ISO/IEC 9126-3:2003 "Software engineering -- Product quality -- Part 3: Internal Metrics"
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=2891 (5. Aug 2009)
- [4] ISO/IEC 9126-4:2004 "Software engineering -- Product quality -- Part 4: Quality in use metrics"
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39752 (5. Aug 2009)
- [5] The V-Modell[®] XT, <http://v-modell.iabg.de/v-modell-xt-html-english/index.html>, 2009
- [6] sim^{TD}, Deliverable D11.4: Anforderungen an das Gesamtsystem