E DIN 70065:2023-07 (D)

Erscheinungsdatum: 2023-06-16

Kraftfahrzeuge - Anforderungen an ein "Steer-by-Wire (SbW)-System"

Inhalt

Seite

Vorwort 7

Einleitung 8

1 Anwendungsbereich 9

2 Normative Verweisungen 9

3 Begriffe 9

4 Verzeichnis der Symbole 13

5 Herleitung von Sicherheitszielen 13
5.1 Systemabgrenzung 13
5.2 SbW-Fehlfunktionen 15
5.3 Sicherheitsziele 16
5.3.1 Allgemeines 16
5.3.2 Sicherheitsziel SZ1 17
5.3.3 Sicherheitsziel SZ2 18
5.3.4 Sicherheitsziel SZ3 18
5.3.5 Sicherheitsziel SZ4 19
5.3.6 Sicherheitsziel SZ5 20

6 Anforderungen an die Systemverfügbarkeit 21
6.1 Allgemeine Verfügbarkeitsanforderungen 21
6.2 Verfügbarkeitsanforderungen nach Fehlerfall 22
6.3 Verfügbarkeitsanforderungen an mechanische Systemumfänge 23

7 Kontrollierbarkeit im Erstfehlerfall 23
7.1 Einleitung und Allgemeines zur Kontrollierbarkeit 23
7.2 Fehlerbilder 24
7.2.1 Fehlfunktionen 24
7.2.2 Fehlerquelle 24
7.2.3 Fehlerausprägung 24
7.2.4 Fehlercharakteristiken mit den zugehörigen physikalischen Größen 25
7.2.5 Fehlerbild mit Verlust des aktiv generierten Handmoments 26
7.3 Fehlerbildmatrix 27
7.4 Bewertung der Kontrollierbarkeit im Fehlerfall 29
7.5 Beschreibung von Fahrmanövern und Versuchsdurchführung zur Bewertung der Kontrollierbarkeit im Fehlerfall 32

8 Mindestanforderungen an das Betriebsverhalten nach Fehlerfall 33
8.1 Einleitung und allgemeine Beschreibung des Degradationskonzepts 33
8.2 Degradationen und Transitionen 35
8.2.1 Normalzustand N 35
8.2.2 Transition x-2 und Degradation 2 35
8.2.3 Transition 2-3 und Degradation 3 36
8.2.4 Transition x-Notbremsung 36
8.2.5 Transition N-1 und Degradation 1 36
8.2.6 Transition x-3 36
8.3 Allgemeine Anforderungen des Degradationskonzeptes 37
8.3.1 Kontrollierbarkeit während Degradationen und Transitionen 37
8.3.2 Bordnetz 37

8.3.3 Verkürzte Transitionen ... 38
8.3.4 Definition Fahrzeug-Querbeschleunigung ... 38
8.3.5 Uneingeschränkte Weiterfahrt vor einer automatisierten Geschwindigkeitsreduktion ... 38
8.3.6 Übersteuern der automatisierten Geschwindigkeitsreduktion und der Geschwindigkeitslimitierung ... 39
8.3.7 Überbremsen der automatisierten Geschwindigkeitsreduktion ... 39
8.4 Abgrenzung zu anderen Systemen und der Infrastruktur des Fahrzeuges ... 40
8.5 Mindestanforderungen an die Degradationen und Transitionen ... 40
8.5.1 Allgemeines ... 40
8.5.2 Systemintegrität und Geschwindigkeitseinschränkungen ... 40
8.5.3 Anforderungen an die Sicherheitsintegrität ... 48
8.5.4 Zeitliche Nutzungseinschränkungen ... 49
8.5.5 Rücküberführung und deren Bedingungen ... 50
8.5.6 Anforderungen an das Warnkonzept ... 54
8.5.7 Mindestanforderungen an die Querführung und Kontrollierbarkeit des Fahrzeugs ... 55
8.6 Manöversequenzen und deren Anforderungen ... 57
8.6.1 Allgemeine Erläuterungen ... 57
8.6.2 Ziele der Manöversequenzen und zugehörige Manöver ... 57
8.6.3 Generelle Anforderungen ... 60

Anhang A (normativ) Fahrmanöver zur Bewertung der Kontrollierbarkeit ... 61
A.1 Einleitung ... 61
A.2 Anforderungen an die Versuchskonfiguration ... 61
A.2.1 Einleitende Hinweise ... 61
A.2.2 Konfiguration des Versuchsfahrzeugs ... 61
A.2.3 Allgemeine Anforderungen an die Versuchsdurchführung ... 61
A.2.4 Systeme zur Fahrzeugstabilisierung ... 62
A.2.5 Alternative Systeme zur Fahrzeugquerführung ... 62
A.2.6 Definition der Handhaltung in der Versuchsdurchführung ... 62
A.3 Fahrmanöver ... 63
A.3.1 Fahrmanöver: Geradeausfahrt ... 63
A.3.2 Fahrmanöver: Stationäre Kreisfahrt ... 65
A.3.3 Fahrmanöver: Slalom ... 67
A.3.4 Methodiken zur Auswertung der objektiven fahrdynamischen Kenngrößen ... 68

Anhang B (normativ) Prüfungen zum Nachweis der Fahrzeugquerführung und Kontrollierbarkeit in den Degradationen und Transitionen ... 71
B.1 Einleitung ... 71
B.2 Anforderungen an die Versuchskonfigurationen ... 71
B.2.1 Einleitende Hinweise ... 71
B.2.2 Konfiguration des Versuchsfahrzeugs ... 71
B.2.3 Konfiguration der Fahrzeugsysteme ... 72
B.3 Allgemeine Anforderungen an die Versuchsdurchführung ... 73
B.3.1 Umgebungsbedingungen ... 73
B.3.2 Allgemeine Toleranzen für die Versuchsdurchführung und die Akzeptanzkriterien ... 73
B.3.3 Automatisierte Geschwindigkeitsreduktion ... 74
B.3.4 Manöver zum Nachweis der Lenkleistung nach thermischer Belastung ... 74
B.3.5 Übertragbarkeit von Ergebnissen ... 75
B.3.6 Verkürzte Transition x-2 ... 75
B.3.7 Markierung und Anpassung der Fahrstreifenbreite ... 75
B.3.8 Systeme zur Fahrzeugstabilisierung ... 75
B.3.9 Systeme zur alternativen Fahrzeugquerführung ... 76
B.3.10 Definition der Handhaltung in der Versuchsdurchführung ... 76
B.3.11 Ermittlung fahrdynamischer Größen ... 76
B.4 Fahrmanöver ... 76
B.4.1 Fahrmanöver: Achten-Fahren ... 76
B.4.2 Fahrmanöver: Automatisiertes Anhalten bei Einfahrt in den Kreis ... 78
B.4.3 Fahrmanöver: Automatisiertes Anhalten im einfachen Spurwechsel ... 80
B.4.4 Fahrmanöver: Automatisiertes Anhalten in einer Geraden ... 82

B.4.5 Fahrmanöver: Automatisiertes Anhalten im Kreis ... 84
B.4.6 Fahrmanöver: Automatisierte Verzögerung im Slalom ... 86
B.4.7 Fahrmanöver: Doppelter Spurwechsel ... 87
B.4.8 Fahrmanöver: Lenkwinkelrampe ... 90
B.4.9 Fahrmanöver: Slalom ... 91
B.4.10 Immobilisieren des Fahrzeugs ... 93
B.4.11 Übersicht der Akzeptanzkriterien ... 94
B.5 Dokumentation der Ergebnisse ... 96

Anhang C (informativ) Entwicklungsverantwortung ... 98
C.1 Beispielhafte Systemaufteilung ... 98
C.2 Entwicklungsverantwortung zwischen OEM und Lieferanten ... 99
C.3 Beispielhafte Systemarchitekturen ... 100

Anhang D (informativ) Erfahrungswerte aus Versuchsreihen während der Normerstellung ... 102
D.1 Allgemeines ... 102
D.2 Matrix Erfahrungswerte ... 103
D.3 Hinweise zur Probandenstudie ... 104

Anhang E (informativ) Erläuterungen zum Degradationskonzept ... 105
E.1 Allgemeine Darstellung der Geschwindigkeitslimitierung ... 105
E.2 Zeitlicher Verlauf der Geschwindigkeitslimitierung mit 3 Beispielszenarien ... 105
E.3 Typische Systemfehler und auszulösende Transitionen ... 108
E.3.1 Beispielarchitektur 1 mit redundantem Lenkradaktuator analog Bild C.3 ... 108
E.3.2 Beispielarchitektur 2 mit drittem Lenkwinkelsensor analog Bild C.4 ... 109
E.3.3 Beispielarchitektur 3 mit zusätzlicher Redundanz zur Fahrzeugquerführung ... 109

Literaturhinweise ... 110

Bilder

Bild 1 — Definition „Item“ für SbW ... 14

Bild 2 — Möglichkeit 1: Definition System(e) „SbW“ nach ISO 26262 ... 15

Bild 3 — Möglichkeit 2: Definition System(e) „SbW“ nach ISO 26262 ... 15

Bild 4 — Weiterfahrzeit bei reduzierter Sicherheitsintegrität ... 23

Bild 5 — Übersichtsdiagramm des Degradationskonzeptes (ohne Transition x-3) ... 35

Bild 6 — Übersichtsdiagramm des Degradationskonzeptes (mit Transition x-3) ... 37

Bild A.1 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Geradeausfahrt ... 64

Bild A.2 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Kreisfahrt ... 66

Bild A.3 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Slalom ... 68

Bild A.4 — Auswertung der objektiven fahrdynamischen Kenngröße (exemplarisch für die Stör-Giergeschwindigkeit in der Geradeausfahrt) ... 69

Bild A.5 — Methodik zur Auswertung der objektiven Fahrdynamischen Kenngröße (exemplarisch für die Stör-Giergeschwindigkeit im Slalom) ... 70

Bild B.1 — Versuchsaufbau Fahrmanöver “Achten-Fahren” ... 77

Bild B.2 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Automatisiertes Anhalten bei Einfahrt in den Kreis ... 79

Bild B.3 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Automatisiertes Anhalten im einfachen Spurwechsel 81

Bild B.4 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Automatisiertes Anhalten in einer Geraden 82

Bild B.5 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Automatisiertes Anhalten im Kreis 84

Bild B.6 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Automatisierte Verzögerung im Slalom 86

Bild B.7 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Doppelter Spurwechsel nach ISO 3888-2 88

Bild B.8 — Prinzip-Bild des Fahrwegs bei einer Lenkwinkelrampe 90

Bild B.9 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Slalom 92

Bild C.1 — Beispielhafte Systemaufteilung SbW: 1Item = 1 System 98

Bild C.2 — Beispielhafte Systemaufteilung SbW: 1Item = 2 System 99

Bild C.3 — Beispielarchitektur mit redundantem Handmoment für Item SbW 100

Bild C.4 — Beispielarchitektur ohne redundantes Handmoment für Item SbW 101

Bild E.1 — Zeitlicher Verlauf der Geschwindigkeitslimitierung 105

Bild E.2 — Zeitlicher Verlauf eines Fahrprofils (Beispiel 1) 106

Bild E.3 — Zeitlicher Verlauf eines Fahrprofils (Beispiel 2) 107

Bild E.4 — Zeitlicher Verlauf eines Fahrprofils (Beispiel 3) 107

Tabellen

Tabelle 1 — Fehlerbildmatrix 28

Tabelle 2 — Kombinationen ausgewählter Fehlerbilder mit Fahrmanövern 30

Tabelle 3 — Anforderungen Sicherheitsintegrität 48

Tabelle 4 — Übersicht der Manöversequenzen 55

Tabelle 5 — Ziele der Manöversequenzen 58

Tabelle 6 — Übersicht der Manöversequenzen und ihrer Manöver 59

Tabelle A.1 — Toleranzen für Versuchsdurchführung 62

Tabelle A.2 — Parameter Fahrmanöver Geradeausfahrt 63

Tabelle A.3 — Fahrmanöver-Fehlerbildkombinationen im Fahrmanöver Geradeausfahrt 64

Tabelle A.4 — Parameter Fahrmanöver Kreisfahrt 65

Tabelle A.5 — Fahrmanöver-Fehlerbildkombinationen im Fahrmanöver Kreisfahrt 66

Tabelle A.6 — Parameter Fahrmanöver Slalom 67

Tabelle A.7 — Fahrmanöver-Fehlerbildkombinationen im Fahrmanöver Slalom 68

Tabelle B.1 — Toleranzen für Versuchsdurchführung und Akzeptanzkriterien 74

Tabelle B.2 — Versuchsvarianten „Achten-Fahren“ 77

Tabelle B.3 — Versuchsvarianten Automatisiertes Anhalten bei Einfahrt in den Kreis 79

Tabelle B.4 — Versuchsvarianten Automatisiertes Anhalten im einfachen Spurwechsel 81

Tabelle B.5 — Automatisiertes Anhalten in einer Geraden 83

Tabelle B.6 — Versuchsvarianten Automatisiertes Anhalten im Kreis 85

Tabelle B.7 — Automatisierte Verzögerung im Slalom 87

Tabelle B.8 — Versuchsvarianten Doppelter Spurwechsel 89

Tabelle B.9 — Versuchsvarianten Lenkwinkelrampe 91

Tabelle B.10 — Versuchsvarianten Slalom 93

Tabelle B.11 — Relevante Manöver für Immobilisierung 94

Tabelle B.12 — Zusammenfassung der Akzeptanzkriterien 95

Tabelle B.13 — Dokumentation Fahrzeug 96

Tabelle B.14 — Allgemeine Versuchsinformationen 96

Tabelle B.15 — Messsignale 96

Tabelle C.1 — Aufteilung Entwicklungsverantwortung 99

Tabelle D.1 — Übersicht Erfahrungswerte 103

Tabelle E.1 — Typische Systemfehler und auszulösende Transition — Beispielarchitektur 1 108

Tabelle E.2 — Typische Systemfehler und auszulösende Transition — Beispielarchitektur 2 109

Tabelle E.3 — Typische Systemfehler und auszulösende Transition — bei weiterer Redundanz zur Fahrzeugquerführung 109