

DIN 70065:2024-05 (D)

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	19
5.3.5 Sicherheitsziel SZ4	20
5.3.6 Sicherheitsziel SZ5	21
6 Anforderungen an die Systemverfügbarkeit.....	22
6.1 Allgemeine Verfügbarkeitsanforderungen.....	22
6.2 Verfügbarkeitsanforderungen nach Fehlerfall.....	23
6.3 Verfügbarkeitsanforderungen an mechanische Systemumfänge	24
7 Kontrollierbarkeit im Erstfehlerfall	24
7.1 Einleitung und Allgemeines zur Kontrollierbarkeit	24
7.2 Fehlerbilder	24
7.2.1 Allgemeines	24
7.2.2 Fehlfunktionen.....	25
7.2.3 Fehlerquelle	25
7.2.4 Fehlerausprägung.....	25
7.2.5 Fehlercharakteristiken mit den zugehörigen physikalischen Größen.....	26
7.2.6 Fehlerbild mit Verlust des aktiv generierten Handmoments	27
7.3 Fehlerbildmatrix	28
7.4 Bewertung der Kontrollierbarkeit im Fehlerfall	30
7.5 Beschreibung von Fahrmanövern und Versuchsdurchführung zur Bewertung der Kontrollierbarkeit im Fehlerfall	33
8 Mindestanforderungen an das Betriebsverhalten nach Fehlerfall	34
8.1 Einleitung und allgemeine Beschreibung des Degradationskonzepts.....	34
8.2 Degradationen und Transitionen.....	36
8.2.1 Normalzustand N	36
8.2.2 Transition x-2 und Degradation 2.....	36
8.2.3 Transition 2-3 und Degradation 3	37
8.2.4 Transition x-Notbremsung.....	37
8.2.5 Transition N-1 und Degradation 1	37
8.2.6 Transition x-3	38
8.3 Allgemeine Anforderungen des Degradationskonzeptes.....	38
8.3.1 Kontrollierbarkeit während Degradationen und Transitionen.....	38

8.3.2	Bordnetz.....	38
8.3.3	Verkürzte Transitionen.....	39
8.3.4	Definition Fahrzeug-Querschleunigung.....	39
8.3.5	Uneingeschränkte Weiterfahrt vor einer automatisierten Geschwindigkeitsreduktion.....	40
8.3.6	Übersteuern der automatisierten Geschwindigkeitsreduktion und der Geschwindigkeitslimitierung.....	40
8.3.7	Überbremsen der automatisierten Geschwindigkeitsreduktion.....	41
8.4	Abgrenzung zu anderen Systemen und der Infrastruktur des Fahrzeuges.....	41
8.5	Mindestanforderungen an die Degradationen und Transitionen.....	41
8.5.1	Allgemeines.....	41
8.5.2	Systemintegrität und Geschwindigkeitseinschränkungen.....	42
8.5.3	Anforderungen an die Sicherheitsintegrität.....	49
8.5.4	Zeitliche Nutzungseinschränkungen.....	50
8.5.5	Rücküberführung und deren Bedingungen.....	52
8.5.6	Anforderungen an das Warnkonzept.....	55
8.5.7	Mindestanforderungen an die Querführung und Kontrollierbarkeit des Fahrzeugs.....	56
8.6	Manöversequenzen und deren Anforderungen.....	58
8.6.1	Allgemeine Erläuterungen.....	58
8.6.2	Ziele der Manöversequenzen und zugehörige Manöver.....	58
8.6.3	Generelle Anforderungen.....	61
Anhang A (normativ) Fahrmanöver zur Bewertung der Kontrollierbarkeit.....		62
A.1	Einleitung.....	62
A.2	Anforderungen an die Versuchskonfiguration.....	62
A.2.1	Einleitende Hinweise.....	62
A.2.2	Konfiguration des Versuchsfahrzeugs.....	62
A.2.3	Allgemeine Anforderungen an die Versuchsdurchführung.....	62
A.2.4	Systeme zur Fahrzeugstabilisierung.....	63
A.2.5	Alternative Systeme zur Fahrzeugquerführung.....	63
A.2.6	Definition der Handhaltung in der Versuchsdurchführung.....	63
A.3	Fahrmanöver.....	64
A.3.1	Fahrmanöver: Geradeausfahrt.....	64
A.3.2	Fahrmanöver: Stationäre Kreisfahrt.....	67
A.3.3	Fahrmanöver: Slalom.....	69
A.3.4	Methodiken zur Auswertung der objektiven fahrdynamischen Kenngrößen.....	71
Anhang B (normativ) Prüfungen zum Nachweis der Fahrzeugquerführung und Kontrollierbarkeit in den Degradationen und Transitionen.....		74
B.1	Einleitung.....	74
B.2	Anforderungen an die Versuchskonfigurationen.....	74
B.2.1	Einleitende Hinweise.....	74
B.2.2	Konfiguration des Versuchsfahrzeugs.....	74
B.2.3	Konfiguration der Fahrzeugsysteme.....	75
B.3	Allgemeine Anforderungen an die Versuchsdurchführung.....	76
B.3.1	Umgebungsbedingungen.....	76
B.3.2	Allgemeine Toleranzen für die Versuchsdurchführung und die Akzeptanzkriterien.....	76
B.3.3	Automatisierte Geschwindigkeitsreduktion.....	77
B.3.4	Manöver zum Nachweis der Lenkleistung nach thermischer Belastung.....	77
B.3.5	Übertragbarkeit von Ergebnissen.....	78
B.3.6	Verkürzte Transition x-2.....	78
B.3.7	Markierung und Anpassung der Fahrstreifenbreite.....	78
B.3.8	Systeme zur Fahrzeugstabilisierung.....	78
B.3.9	Systeme zur alternativen Fahrzeugquerführung.....	79
B.3.10	Definition der Handhaltung in der Versuchsdurchführung.....	79
B.3.11	Ermittlung fahrdynamischer Größen.....	79
B.4	Fahrmanöver.....	79
B.4.1	Fahrmanöver: Achten-Fahren.....	79
B.4.2	Fahrmanöver: Automatisiertes Anhalten bei Einfahrt in den Kreis.....	81
B.4.3	Fahrmanöver: Automatisiertes Anhalten im einfachen Spurwechsel.....	83

B.4.4	Fahrmanöver: Automatisiertes Anhalten in einer Geraden.....	85
B.4.5	Fahrmanöver: Automatisiertes Anhalten im Kreis	87
B.4.6	Fahrmanöver: Automatisierte Verzögerung im Slalom	89
B.4.7	Fahrmanöver: Doppelter Spurwechsel	91
B.4.8	Fahrmanöver: Lenkwinkelrampe	94
B.4.9	Fahrmanöver: Slalom	95
B.4.10	Immobilisieren des Fahrzeugs.....	97
B.4.11	Übersicht der Akzeptanzkriterien	98
B.5	Dokumentation der Ergebnisse	100
Anhang C (informativ) Entwicklungsverantwortung.....		102
C.1	Beispielhafte Systemaufteilung	102
C.2	Entwicklungsverantwortung zwischen OEM und Lieferanten	103
C.3	Beispielhafte Systemarchitekturen.....	104
Anhang D (informativ) Erfahrungswerte aus Versuchsreihen während der Normerstellung		106
D.1	Allgemeines	106
D.2	Matrix Erfahrungswerte.....	107
D.3	Hinweise zur Probandenstudie	108
Anhang E (informativ) Erläuterungen zum Degradationskonzept.....		109
E.1	Allgemeine Darstellung der Geschwindigkeitslimitierung	109
E.2	Zeitlicher Verlauf der Geschwindigkeitslimitierung mit 3 Beispielszenarien.....	110
E.3	Typische Systemfehler und auszulösende Transitionen.....	112
E.3.1	Beispielarchitektur 1 mit redundantem Lenkradaktuator analog Bild C.3	112
E.3.2	Beispielarchitektur 2 mit drittem Lenkwinkelsensor analog Bild C.4	113
E.3.3	Beispielarchitektur 3 mit zusätzlicher Redundanz zur Fahrzeugquerführung.....	114
Literaturhinweise		115

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.....	24
Bild 5	— Übersichtsdiagramm des Degradationskonzeptes (ohne Transition x-3)	36
Bild 6	— Übersichtsdiagramm des Degradationskonzeptes (mit Transition x-3).....	38
Bild A.1	— Versuchsaufbau Fahrmanöver Geradeausfahrt.....	65
Bild A.2	— Versuchsaufbau Fahrmanöver Kreisfahrt.....	68
Bild A.3	— Versuchsaufbau Fahrmanöver Slalom.....	70
Bild A.4	— Auswertung der objektiven fahrdynamischen Kenngröße (exemplarisch für die Stör-Giergeschwindigkeit in der Geradeausfahrt)	72
Bild A.5	— Methodik zur Auswertung der objektiven Fahrdynamischen Kenngröße (exemplarisch für die Stör-Giergeschwindigkeit im Slalom)	73
Bild B.1	— Versuchsaufbau Fahrmanöver „Achten-Fahren“	80

Bild B.2 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Automatisiertes Anhalten bei Einfahrt in den Kreis.....	82
Bild B.3 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Automatisiertes Anhalten im einfachen Spurwechsel	84
Bild B.4 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Automatisiertes Anhalten in einer Geraden.....	86
Bild B.5 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Automatisiertes Anhalten im Kreis	88
Bild B.6 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Automatisierte Verzögerung im Slalom.....	90
Bild B.7 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Doppelter Spurwechsel nach ISO 3888-2:2011.....	92
Bild B.8 — Prinzip-Bild der Trajektorie bei einer Lenkwinkelrampe.....	94
Bild B.9 — Versuchsaufbau Fahrmanöver Slalom.....	96
Bild C.1 — Beispielhafte Systemaufteilung SbW: 1Item = 1 System	102
Bild C.2 — Beispielhafte Systemaufteilung SbW: 1 Item = 2 System	103
Bild C.3 — Beispielarchitektur mit redundantem Handmoment für Item SbW	105
Bild C.4 — Beispielarchitektur ohne redundantes Handmoment für Item SbW.....	105
Bild E.1 — Zeitlicher Verlauf der Geschwindigkeitslimitierung	109
Bild E.2 — Zeitlicher Verlauf eines Fahrprofils (Beispiel 1)	110
Bild E.3 — Zeitlicher Verlauf eines Fahrprofils (Beispiel 2)	111
Bild E.4 — Zeitlicher Verlauf eines Fahrprofils (Beispiel 3)	112

Tabellen

Tabelle 1 — Fehlerbildmatrix.....	29
Tabelle 2 — Kombinationen ausgewählter Fehlerbilder mit Fahrmanövern	31
Tabelle 3 — Anforderungen Sicherheitsintegrität.....	50
Tabelle 4 — Übersicht der Manöversequenzen	57
Tabelle 5 — Ziele der Manöversequenzen.....	59
Tabelle 6 — Übersicht der Manöversequenzen und ihrer Manöver	60
Tabelle A.1 — Toleranzen für Versuchsdurchführung.....	63
Tabelle A.2 — Parameter Fahrmanöver Geradeausfahrt	64
Tabelle A.3 — Fehlerbilder im Fahrmanöver Geradeausfahrt	66
Tabelle A.4 — Parameter Fahrmanöver Kreisfahrt.....	67
Tabelle A.5 — Fehlerbilder im Fahrmanöver Kreisfahrt.....	69

Tabelle A.6 — Parameter Fahrmanöver Slalom.....	70
Tabelle A.7 — Fehlerbilder im Fahrmanöver Slalom.....	71
Tabelle B.1 — Toleranzen für Versuchsdurchführung und Akzeptanzkriterien.....	77
Tabelle B.2 — Versuchsvarianten „Achten-Fahren“	81
Tabelle B.3 — Versuchsvarianten Automatisiertes Anhalten bei Einfahrt in den Kreis	83
Tabelle B.4 — Versuchsvarianten Automatisiertes Anhalten im einfachen Spurwechsel.....	85
Tabelle B.5 — Automatisiertes Anhalten in einer Geraden	86
Tabelle B.6 — Versuchsvarianten Automatisiertes Anhalten im Kreis.....	89
Tabelle B.7 — Automatisierte Verzögerung im Slalom	91
Tabelle B.8 — Versuchsvarianten Doppelter Spurwechsel.....	93
Tabelle B.9 — Versuchsvarianten Lenkwinkelrampe.....	95
Tabelle B.10 — Versuchsvarianten Slalom.....	97
Tabelle B.11 — Relevante Manöver für Immobilisierung	98
Tabelle B.12 — Zusammenfassung der Akzeptanzkriterien	99
Tabelle B.13 — Dokumentation Fahrzeug.....	100
Tabelle B.14 — Allgemeine Versuchsinformationen	100
Tabelle B.15 — Messsignale	101
Tabelle C.1 — Aufteilung Entwicklungsverantwortung	103
Tabelle D.1 — Übersicht Erfahrungswerte.....	107
Tabelle E.1 — Typische Systemfehler und auszulösende Transition — Beispielarchitektur 1.....	113
Tabelle E.2 — Typische Systemfehler und auszulösende Transition — Beispielarchitektur 2.....	114
Tabelle E.3 — Typische Systemfehler und auszulösende Transition — bei weiterer Redundanz zur Fahrzeugquerführung.....	114