

| 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<br>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-Querbesehleunigung.....  | 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        |
| <b>Anhang A (normativ) Fahrmanöver zur Bewertung der Kontrollierbarkeit.....</b>  |  | <b>62</b> |
| 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        |
| <b>Anhang B (normativ) Prüfungen zum Nachweis der Fahrzeugquerführung und Kontrollierbarkeit in den Degradationen und Transitionen.....</b> |  | <b>74</b> |
| 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        |
| <b>Anhang C (informativ) Entwicklungsverantwortung.....</b>                                      |   | <b>102</b> |
| C.1  | Beispielhafte Systemaufteilung.....   | 102        |
| C.2  | Entwicklungsverantwortung zwischen OEM und Lieferanten .....                    | 103        |
| C.3  | Beispielhafte Systemarchitekturen.....  | 104        |
| <b>Anhang D (informativ) Erfahrungswerte aus Versuchsreihen während der Normerstellung .....</b> |   | <b>106</b> |
| D.1  | Allgemeines.....  | 106        |
| D.2  | Matrix Erfahrungswerte.....   | 107        |
| D.3  | Hinweise zur Probandenstudie .....  | 108        |
| <b>Anhang E (informativ) Erläuterungen zum Degradationskonzept.....</b>                          |   | <b>109</b> |
| 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        |
| <b>Literaturhinweise .....</b>   |   | <b>115</b> |

## **Bilder**

|                 |   |           |
|-----------------|---|-----------|
| <b>Bild 1</b>   | <b>— Definition „Item“ für SbW .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>Bild 2</b>   | <b>— Möglichkeit 1: Definition System(e) „SbW“ nach ISO 26262 .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>Bild 3</b>   | <b>— Möglichkeit 2: Definition System(e) „SbW“ nach ISO 26262 .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>Bild 4</b>   | <b>— Weiterfahrzeit bei reduzierter Sicherheitsintegrität.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>Bild 5</b>   | <b>— Übersichtsdiagramm des Degradationskonzeptes (ohne Transition x-3) .....</b>   | <b>36</b> |
| <b>Bild 6</b>   | <b>— Übersichtsdiagramm des Degradationskonzeptes (mit Transition x-3).....</b>   | <b>38</b> |
| <b>Bild A.1</b> | <b>— Versuchsaufbau Fahrmanöver Geradeausfahrt.....</b>   | <b>65</b> |
| <b>Bild A.2</b> | <b>— Versuchsaufbau Fahrmanöver Kreisfahrt.....</b>   | <b>68</b> |
| <b>Bild A.3</b> | <b>— Versuchsaufbau Fahrmanöver Slalom.....</b>   | <b>70</b> |
| <b>Bild A.4</b> | <b>— Auswertung der objektiven fahrdynamischen Kenngröße (exemplarisch für die Stör-Giergeschwindigkeit in der Geradeausfahrt) .....</b>  | <b>72</b> |
| <b>Bild A.5</b> | <b>— Methodik zur Auswertung der objektiven Fahrdynamischen Kenngröße (exemplarisch für die Stör-Giergeschwindigkeit im Slalom) .....</b> | <b>73</b> |
| <b>Bild B.1</b> | <b>— Versuchsaufbau Fahrmanöver „Achten-Fahren“ .....</b>   | <b>80</b> |

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

## **Tabellen**

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

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