

# Funktionale Sicherheit



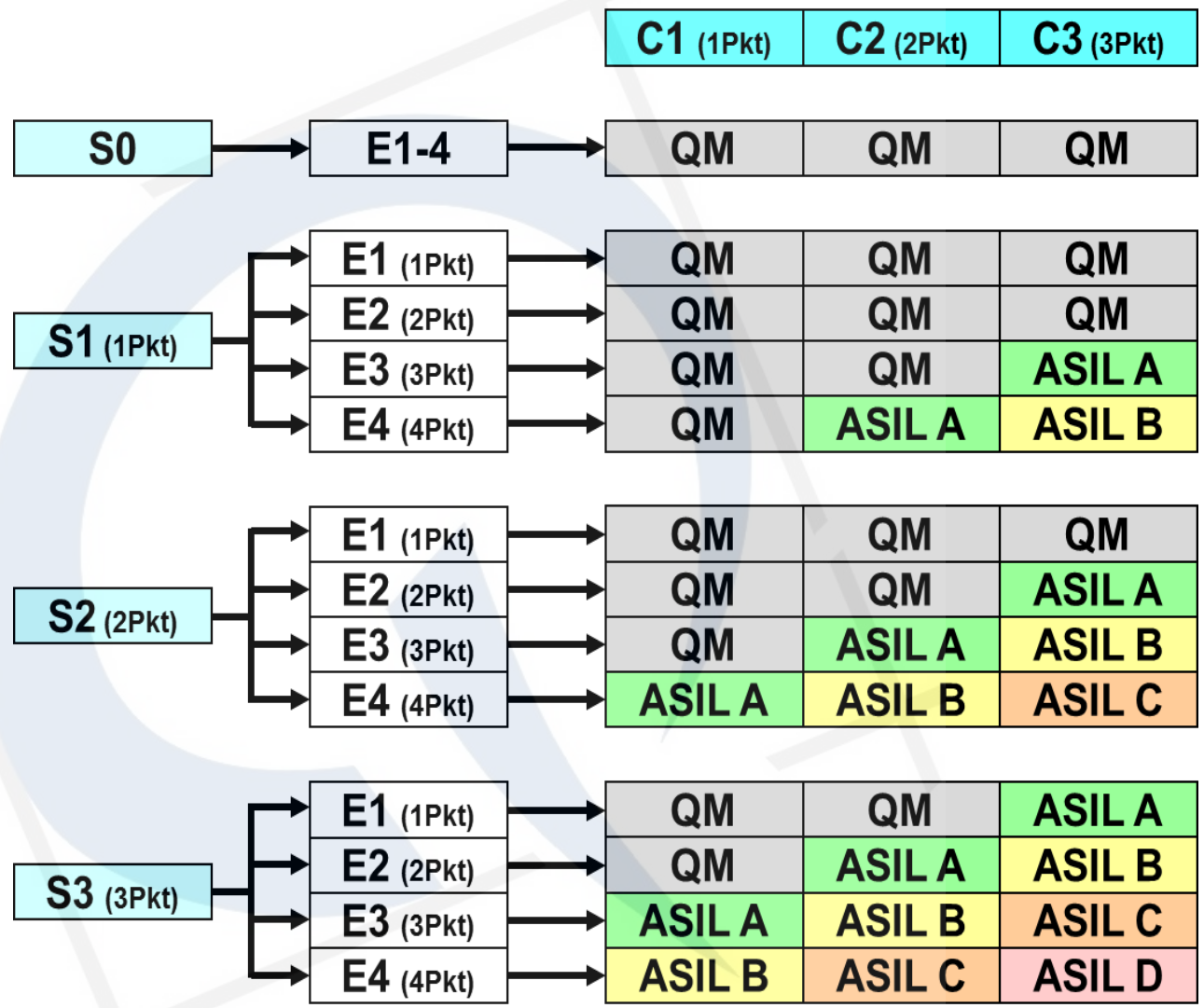
Schacht & Kollegen  
Qualitätskonstruktion GmbH



ISO 26262:2011  
HARA - Bewertungskarten

# Übersicht der Einstufungen

Schwere (Severity)	
S0	keine Verletzungen (unverletzt)
S1	leichte bis mittelschwere Verletzungen (Arm verletzt)
S2	schwere Verletzungen, Überleben aber sehr wahrscheinlich (Arm ab)
S3	schwerste Verletzungen, Überleben unwahrscheinlich (Kopf ab)
Häufigkeit der Situation (Exposure)	
E0	unglaublich
E1	seltenes Auftreten (Liegenbleiber auf dem Bahnübergang)
E2	gelegentliches Auftreten (Fahren mit Anhänger oder Dachgepäckträger)
E3	häufiges Auftreten (Tanken des Fahrzeugs, nasse Straße)
E4	ständiges Auftreten (Beschleunigen, Bremsen, Lenken)
Beherrschbarkeit (Controllability)	
C0	sichere Beherrschung, alle Fahrer beherrschen diese Situation
C1	einfache Beherrschbarkeit, mehr als 99% der Fahrer beherrschen die Situation
C2	normale Beherrschbarkeit, mehr als 90% der Fahrer beherrschen die Situation
C3	schwierige Beherrschbarkeit, weniger als 90% der Fahrer beherrschen die Situation



S0 oder E0 oder C0 → immer QM

## Beschreibung der Schwere (Bedeutung)

SO	S1	S2	S3
AIS 0 + weniger als 10% Wahrscheinlichkeit von AIS 1-6 - Schaden ist nicht sicherheitsrelevant	Mehr als 10% Wahrscheinlichkeit von AIS 1-6 (und kein S2 oder S3)	Mehr als 10% Wahrscheinlichkeit von AIS 3-6 (und kein S3)	Mehr als 10% Wahrscheinlichkeit von AIS 5-6
<p>Zusammenstoß mit Gegenständen am Straßenrand</p> <p>Überfahren von Briefkästen, Zäunen, etc.</p> <p>Leichte Kollisionen</p> <p>Leichter abschürfender Schaden</p> <p>Schaden beim Ein- oder Ausparken</p> <p>Verlassen der Straße ohne Kollision oder Überschlag</p>	<p>Seitenaufprall auf nahe am Rand stehende unbewegliche Objekte, z.B. Aufprall auf einen Baum (Einfluss auf die Fahrgastzelle) mit sehr geringer Geschwindigkeit</p> <p>Seitenaufprall mit einem anderen Fahrzeug (z.B. eindringen in die Fahrgastzelle) mit sehr geringer Geschwindigkeit</p> <p>Heck- / Frontaufprall mit einem anderen Fahrzeug mit sehr geringer Geschwindigkeit</p> <p>Aufprall mit geringer Überdeckung der Fahrzeuge (10% to 20%)</p> <p>Frontaufprall (z.B. mit dem Heck eines anderen Fahrzeugs, Kleinfahrer, etc.) ohne Deformierung der Fahrgastzelle</p>	<p>Seitenaufprall auf nahe am Rand stehende unbewegliche Objekte, z.B. Aufprall auf einen Baum (Einfluss auf die Fahrgastzelle) mit geringer Geschwindigkeit</p> <p>Seitenaufprall mit einem anderen Fahrzeug (z.B. eindringen in die Fahrgastzelle) mit geringer Geschwindigkeit</p> <p>Heck- / Frontaufprall mit einem anderen Fahrzeug mit geringer Geschwindigkeit</p> <p>Unfall mit Fußgängern / Fahrradfahrer beim Wenden (Stadtverkehr)</p>	<p>Seitenaufprall auf nahe am Rand stehende unbewegliche Objekte, z.B. Aufprall auf einen Baum (Einfluss auf die Fahrgastzelle) mit mittlerer Geschwindigkeit</p> <p>Seitenaufprall mit einem anderen Fahrzeug (z.B. eindringen in die Fahrgastzelle) mit mittlerer Geschwindigkeit</p> <p>Heck- / Frontaufprall mit einem anderen Fahrzeug mit mittlerer Geschwindigkeit</p> <p>Unfall mit Fußgängern / Fahrradfahrer (auf einer 2-spurigen Straße)</p> <p>Frontaufprall (z.B. mit dem Heck eines anderen Fahrzeugs, Kleinfahrer, etc.) mit Deformierung der Fahrgastzelle</p>
Quelle: ISO 26262-3:2011, Tabelle B.1 — Beispiele für die Einstufung der Bedeutung			

## Beschreibung der Beherrschbarkeit



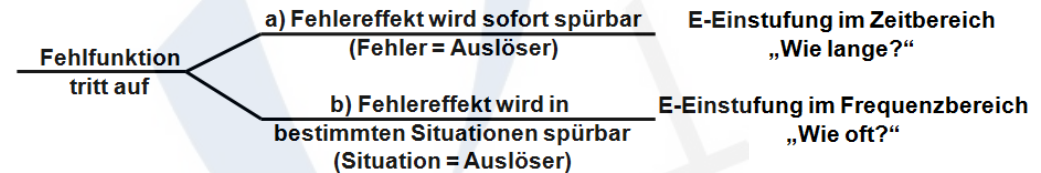
CO	C1	C2	C3
Grundsätzlich beherrschbar	99% oder mehr aller Fahrer oder Verkehrsteilnehmer können normalerweise einen Schaden verhindern	90% oder mehr aller Fahrer oder Verkehrsteilnehmer können normalerweise einen Schaden verhindern	Weniger als 90% aller Fahrer oder Verkehrsteilnehmer können normalerweise oder gerade noch einen Schaden verhindern
<p>Situation wird als ablenkend wahrgenommen</p> <p>Unerwartete Erhöhung der Lautstärke des Radios</p> <p>Warnmeldung – Tankinhalt gering</p> <p>Fahrassistenzsystem ist nicht verfügbar</p>	<p>Falsche Sitzeinstellung während der Fahrt</p> <p>Blockierte Lenksäule beim Starten des Fahrzeugs</p>	<p>Versagen des ABS bei einer Notfall-Bremmung</p> <p>Ausfall der Frontscheinwerfer bei einer Nachtfahrt auf unbeleuchteten Straßen bei mittlerer / hoher Geschwindigkeit</p> <p>Ausfall des Motors bei hoher Querbeschleunigung (Autobahnausfahrt)</p>	<p>Versagen des ABS bei einer Bremsung auf rutschiger Straße während einer Kurvenfahrt</p> <p>Bremse versagt</p> <p>Falscher Lenkwinkel mit hoher Winkelgeschwindigkeit bei mittlerer oder hoher Geschwindigkeit (Änderung des Lenkwinkels entspricht nicht den Erfahrungen des Fahrers)</p> <p>Fehlerhafte Auslösung des Fahrer-Airbags bei hoher Geschwindigkeit</p>
<p>BEMERKUNG 1: Für C2, wäre ein akzeptables, mögliches Testscenario in Übereinstimmung mit ANTWORT 3 (siehe Referenz [3]) etwas vergleichbares zu: "Praktische Testerfahrungen zeigen, dass eine Anzahl von 20 zuverlässigen Datensätzen pro Fall eine aussagefähige Basisinformation liefern kann." Wenn jeder der 20 Datensätze mit den Gültigkeitskriterien versehen ist: Nachweis von 85% Beherrschbarkeit (bei einer Zuverlässigkeit von 95%, die bei Test bezüglich menschlicher Einflussfaktoren grundsätzlich als akzeptabel anerkannt ist. Dies ist ein angemessener Nachweis für eine Einstufung als C2.</p> <p>BEMERKUNG 2: Für C1 müsste ein Test nachweisen, dass 99% aller Fahrer den Test bestehen würden. Dies ist nicht machbar, da eine sehr große Anzahl von Test-situationen nötig wären, um einen angemessenen Nachweis zu erbringen.</p> <p>BEMERKUNG 3: Da keine Beherrschbarkeit für die Einstufung C3 angenommen wird, muss kein Nachweis für eine Einstufung in diesem Bereich vorgelegt werden.</p>			
Quelle: ISO 26262-3:2011, Tabelle B.4 — Beispiele für mögliche beherrschbare gefährliche Situationen, in denen der Fahrer oder andere Personen einer Gefahr ausgesetzt sind			

## Beschreibung der Exposure (Dauer)

E1	E2	E3	E4
Nicht definiert	<1% der Betriebsdauer	1%-10% der Betriebsdauer	>10% der Betriebsdauer
Verlorene Ladung oder Hindernisse auf der Fahrbahn (Autobahn) Fahrzeug während der Starthilfe In der Werkstatt (auf dem Rollenprüfstand) Bergab Fahrt mit ausgeschaltetem Motor (Passstraße)	Passstraße mit ungesicherter steiler Böschung Landstraßen Kreuzung Autobahnauffahrt / Autobahnabfahrt Schnee und Eis auf der Straße Glattes Laub auf der Straße In Waschanlage Annäherung an ein Stauende Anhänger am Auto Dachgepäckträger auf dem Auto Betankung In der Werkstatt (während der Diagnose oder Reparatur) Auf Hebebühne Rückwärts fahren (aus Parkplatz) Rückwärts fahren (Stadtverkehr) Überholen Parken (mit einer schlafenden Person im Fahrzeug) Parken (mit Anhänger)	Einbahnstraße (Stadtverkehr) Nasse Straße Im Tunnel Verkehrsstau Fahrzeug auf einem Berg (Anhalten am Berg) Starker Verkehr (Stop and Go) Unbeleuchtete Straßen bei Nacht	Autobahn Bundesstraße Landstraße Beschleunigen Bremsen Um die Kurve fahren (Lenken) Parken (Parkbucht) Spurwechsel (Stadtverkehr) Anhalten an einer Ampel (Stadtverkehr) Spurwechsel (Autobahn)
Quelle: ISO 26262-3:2011, Tabelle B.2 — Einstufung der Wahrscheinlichkeit der Ausgesetzttheit in Bezug auf die Dauer in verschiedenen Betriebssituationen			

## Beschreibung der Exposure (Häufigkeit)

E1	E2	E3	E4
Weniger als 1x pro Jahr	Einige Male pro Jahr	Einmal pro Monat oder öfter	Fast in jedem Fahrzyklus
Liegenbleiber auf dem Bahnübergang Fahrzeug wird abgeschleppt Fahrzeug wird fremd gestartet (Starthilfe)	Passstraße mit ungesicherter steiler Böschung Schnee und Eis auf der Straße Anhänger am Auto Dachgepäckträger auf dem Auto Ausweichmanöver, Abweichung von der gewünschten Fahrtrichtung	Nasse Straße Im Tunnel In Waschanlage Verkehrsstau Betankung Fahrzeug auf einem Berg (Anhalten am Berg) Überholen	Anfahren Schalten der Gänge Beschleunigen Bremsen Um die Kurve fahren (Lenken) Blinken Fahrzeug einparken Rückwärts fahren
Quelle: ISO 26262-3:2011, Tabelle B.3 — Einstufung der Wahrscheinlichkeit der Ausgesetzttheit in Bezug auf die Häufigkeit in verschiedenen Betriebssituationen			



Geschwindigkeits-Definitionen	Geschwindigkeits-Bereich
Sehr geringe Geschwindigkeit	maximal 15 km/h - Definition aus: ISO 26262, Teil 10, Seite 11
Geringe Geschwindigkeit	16 km/h - 50 km/h [own definition, not from standard]
Mittlere Geschwindigkeit	51 km/h - 90 km/h - Definition aus: ISO 26262, Teil 10, Seite 12
Hohe Geschwindigkeit	> 90 km/h [own definition, not from standard]

# Fahrsituationen – Beispiele für die HARA



Allgemeine Situationen		Allgemeine Situationen		Allgemeine Situationen		Umweltbedingungen		Fahreraktivitäten						
Fahrtrichtung	Wenden	Spezielle Fahrsituations	Kreisbahn	Geschwindigkeit	Geringe Geschwindigkeit	Straßenbeschaffenheit	Berggipfel	Pedalaktionen	Bremspedal leicht getreten					
	Geradeaus fahren		Steilkurve		Hohe Geschwindigkeit		Bahnübergang		Bremspedal stark getreten					
	Berg hoch fahren		Brücke		Parken/ Schalten		Aquaplaning		Bremspedal loslassen					
	Berg runter fahren, Bergkuppe		Tunnel		Autobahn		Einzelne Beschädigungen		Bremspedal nicht getreten					
	Stillstand		Rennstrecke		Landstraße		Gelände		Bremspedal berührt					
Acceleration	Rückwärts fahren		Berggipfel	<b>Umweltbedingungen</b>			Matsch		Sichtbarkeit & Wetterbedingungen	Nasses Gras	Handbr.	Gaspedal leicht getreten		
	Leichte Beschleunigung		Waschstraße	Hitze	Kälte		Schnee			Querneigung		Gaspedal stark getreten		
	Starke Beschleunigung		Seitliche Schiefstellung	Temperaturwechsel	Raumtemperatur		Rangieren			Bachdurchfahrt		Geröll, Kies, Sand	Gaspedal loslassen	
	Segeln mit laufendem Motor		Ruckartiges Lenken (Sprünge des Lenkwinkelsensor / Versatz)	Hitzeabstrahlung	Einstrahlung		Geräuschen			Felsiger Boden		Rennstrecke	Gaspedal nicht getreten	
	Segeln mit stehendem Motor, Zündung AN		Elchtest	Einfrieren, Kühlen	Hohe Berge		Abheben wegen Curbs			Nebel		Nacht	Gaspedal berührt	
	Segeln mit stehendem Motor, Zündung AUS		Rollenprüfstand	Druck	Tropen		Wüste			Tag		Gewitter	Kupplungspedal komplett durchgetreten	
Deceleration	Gleichmäßige Geschwindigkeit		Automatischer Notlauf des Getriebes	Wüstensand	Staub		Sturm			Regen		Kupplungspedal leicht getreten	Sonstige Situationen & Kriterien	Kupplungspedal schleift (keine vollständige Freigabe)
	Normale Bremsung		Notlauf des Motors	Schmutzarten.	Salznebel		Hagel			Sonne		Kupplungspedal schleift (keine vollständige Freigabe)		Benutzung der Handbremse
	Vollbremsung		Ausfall des Motors (ausrollen bis Stillstand) Zündung AUS	Straßenbeschaffenheit	Landwirtschaft		Blindung			Blindung		Kupplungspedal entspannt		EPB (Electronic Park Brake) benutzt
	Automatische Bremsung		Fahrzeug/ Anhänger Kombination	Reibfaktor	Mist		Ultraviolette Strahlung			Aufheizen der Fahrgastzelle		Kupplungspedal nicht getreten		Spielende Kinder im Fahrgastraum
Verkehr	Anwendung der Handbremse (Notfall-Bremsung)		Fahren mit Dachgepäckträger	Geringes $\mu$	Hohes $\mu$		Aufschleppen des Fahrzeugs, Zündung und Motor AN			Reibfaktor		Reibfaktor		Kindersitz auf dem Beifahrersitz
	Nahes hintereinander fahren		Abschleppen des Fahrzeugs, Zündung und Motor AN	$\mu$ split (unterschiedlich)	Schachbrett (wechselnde Reibung)		Abschleppseil			Geringes $\mu$		Schachbrett (wechselnde Reibung)		Tiere im Fahrgastraum
	Gegenverkehr		Abschleppstange	$\mu$ split (unterschiedlich)	Halsbrecherische Straße		Abschleppstange			Hohes $\mu$		Halsbrecherische Straße		Fahrer besteigt das Auto ohne die Tür zu öffnen (Cabrio)
Parken	Stau		Auf einer Fähre / Eisenbahn	Schlaglöcher	Halsbrecherische Straße		Stau			Hohes $\mu$		Schlaglöcher		Fahrer verlässt das Auto ohne die Tür zu öffnen (Cabrio)
	Stadtverkehr		Allgemeine Arbeit in Werkstatt	Holprige / unebene Straße	Halsbrecherische Straße		Stau			$\mu$ split (unterschiedlich)		Holprige / unebene Straße		Feuchtigkeit im Fahrgastraum
	Parken mit geringen Abständen (Schifftransport, Doppelgarage, Parkhaus, ...)		Diagnosearbeiten	Kopfsteinpflaster	Halsbrecherische Straße		Stau			$\mu$ split (unterschiedlich)		Kopfsteinpflaster		
	Parken im Gefälle (bergab)		Starten mit Starthilfekabel		Halsbrecherische Straße		Stau			$\mu$ split (unterschiedlich)				
Einparken	Saisonbetrieb (z.B. für 6 Monate)		Wende mit der Handbremse		Halsbrecherische Straße		Stau			$\mu$ split (unterschiedlich)				
	Einparken				Halsbrecherische Straße		Stau			$\mu$ split (unterschiedlich)				

