

# Anhang 1

## **Evidenzorientierte Ableitung von sicherheitsrelevanten Grundszenarien für die Fahrdomäne Bundesautobahn**

von

Hendrik Weber  
Lutz Eckstein

Institut für Kraftfahrwesen Aachen  
RWTH Aachen University

Alexander Tenbrock  
Alexander König  
Julian Bock  
Adrian Zlocki

fka GmbH  
Aachen

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Fahrzeugtechnik Heft F 149**

**bast**

## **Anhang**

- A) Kapitel 2**
- B) Kapitel 3**
- C) Kapitel 4**
- D) Kapitel 6**
- E) Kapitel 7**

# Anhang

## A) Kapitel 2

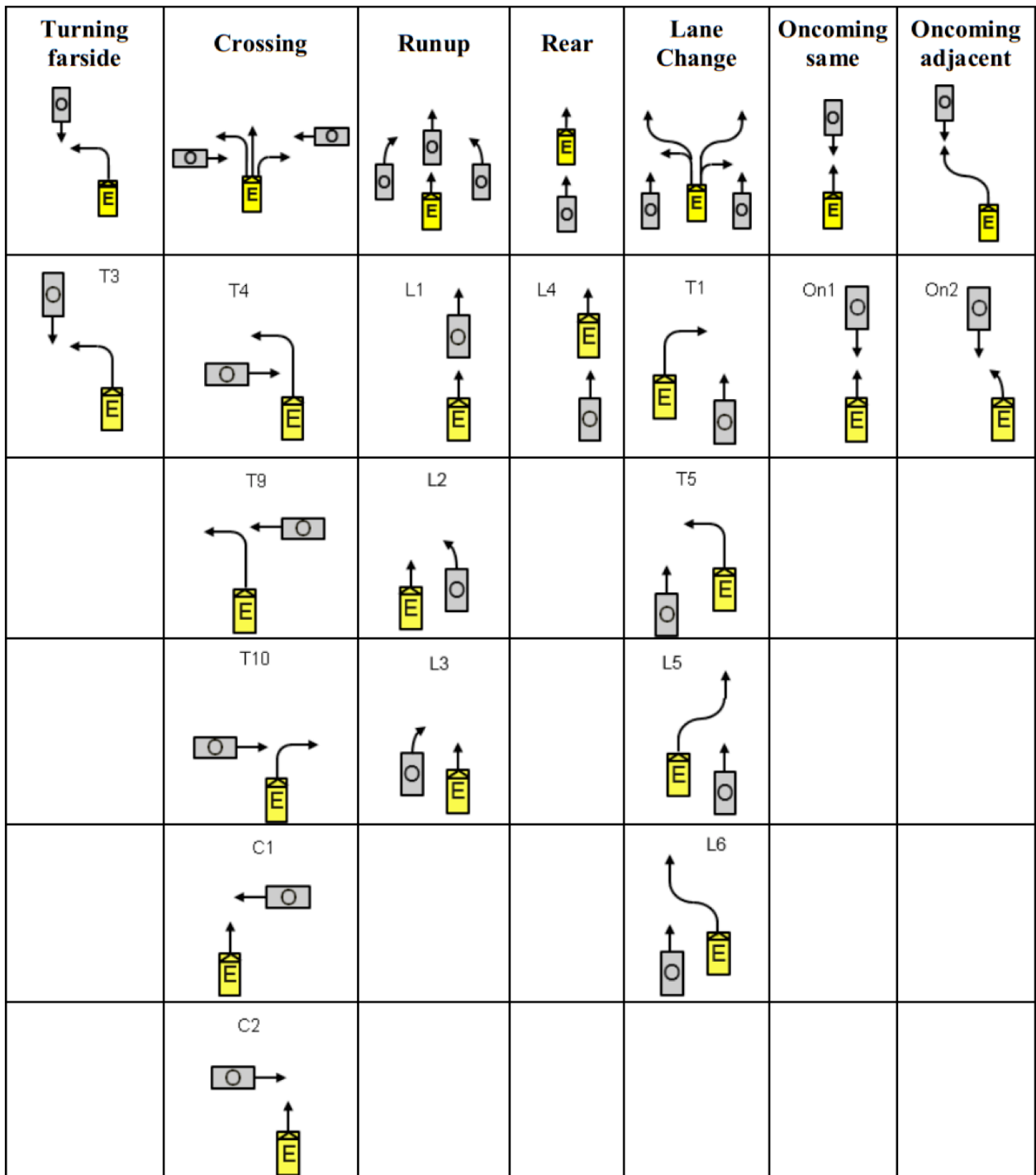


Bild 8-1: Szenariengruppen zum Vergleich internationaler Unfallkataloge nach (Lara et al. 2019)

<b>Behavioral Competencies empfohlen von der PATH</b>			
<b>1</b>	Detect and Respond to Speed Limit Changes and Speed Advisories	<b>15</b>	Navigate a Parking Lot and Locate Spaces
<b>2</b>	Perform High-Speed Merge (e.g., Freeway)	<b>16</b>	Detect and Respond to Access Restrictions (One-Way, No Turn, Ramps, etc.)
<b>3</b>	Perform Low-Speed Merge	<b>17</b>	Detect and Respond to Work Zones and People Directing Traffic in Unplanned or Planned Events
<b>4</b>	Move Out of the Travel Lane and Park (e.g., to the Shoulder for Minimal Risk)	<b>18</b>	Make Appropriate Right-of-Way Decisions
<b>5</b>	Detect and Respond to Encroaching Oncoming Vehicles	<b>19</b>	Follow Local and State Driving Laws
<b>6</b>	Detect Passing and No Passing Zones and Perform Passing Maneuvers	<b>20</b>	Follow Police/First Responder Controlling Traffic (Overriding or Acting as Traffic Control Device)
<b>7</b>	Perform Car Following (Including Stop and Go)	<b>21</b>	Follow Construction Zone Workers Controlling Traffic Patterns (Slow/Stop Sign Holders)
<b>8</b>	Detect and Respond to Stopped Vehicles	<b>22</b>	Respond to Citizens Directing Traffic After a Crash
<b>9</b>	Detect and Respond to Lane Changes	<b>23</b>	Detect and Respond to Temporary Traffic Control Devices
<b>10</b>	Detect and Respond to Static Obstacles in the Path of the Vehicle	<b>24</b>	Detect and Respond to Emergency Vehicles
<b>11</b>	Detect Traffic Signals and Stop/Yield Signs	<b>25</b>	Yield for Law Enforcement, EMT, Fire, and Other Emergency Vehicles at Intersections, Junctions, and Other Traffic Controlled Situations
<b>12</b>	Respond to Traffic Signals and Stop/Yield Signs	<b>26</b>	Yield to Pedestrians and Bicyclists at Intersections and Crosswalks
<b>13</b>	Navigate Intersections and Perform Turns	<b>27</b>	Provide Safe Distance From Vehicles, Pedestrians, Bicyclists on Side of the Road
<b>14</b>	Navigate Roundabouts	<b>28</b>	Detect/Respond to Detours and/or Other Temporary Changes in Traffic Patterns

Tab. 8-1: Behavioral Competencies empfohlen von der PATH (Waymo 2018)

<b>Beispiele für zusätzliche “Behavioral Competencies” getestet von Waymo</b>			
<b>29</b>	Moving to a Minimum Risk Condition When Exiting the Travel Lane is Not Possible	<b>39</b>	Navigate Railroad Crossings
<b>30</b>	Perform Lane Changes	<b>40</b>	Make Appropriate Reversing Maneuvers
<b>31</b>	Detect and Respond to Lead Vehicle	<b>41</b>	Detect and Respond to Vehicle Control Loss (e.g. reduced road friction)
<b>32</b>	Detect and Respond to a Merging Vehicle	<b>42</b>	Detect and Respond to Conditions Involving Vehicle, System, or Component-Level Failures or Faults (e.g. power failure, sensing failure, sensing obstruction, computing failure, fault handling or response)
<b>33</b>	Detect and Respond to Pedestrians in Road (Not Walking Through Intersection or Crosswalk)	<b>43</b>	Detect and Respond to Unanticipated Weather or Lighting Conditions Outside of Vehicle’s Capability (e.g. rainstorm)
<b>34</b>	Provide Safe Distance from Bicyclists Traveling on Road (With or Without Bike Lane)	<b>44</b>	Detect and Respond to Unanticipated Lighting Conditions (e.g. power outages)
<b>35</b>	Detect and Respond to Animals	<b>45</b>	Detect and Respond to Non-Collision Safety Situations (e.g. vehicle doors ajar)
<b>36</b>	Detect and Respond to Motorcyclists	<b>46</b>	Detect and Respond to Faded or Missing Roadway Markings or Signage
<b>37</b>	Detect and Respond to School Buses	<b>47</b>	Detect and Respond to Vehicles Parking in the Roadway
<b>38</b>	Navigate Around Unexpected Road Closures (e.g. Lane, Intersection, etc.)		

Tab. 8-2: Zusätzliche Kernkompetenzen zu denen aus Tab. 8-1 ergänzt von Waymo (Waymo 2018)

Categories of Behavioral Competencies	Specific Behavioral Competencies
Parking (Note: ODD may include parking garages, surface lots, parallel parking)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navigate a parking lot, locate spaces, make appropriate forward and reverse parking maneuvers</li> </ul>
Lane Maintenance & Car Following (Note: ODD may include high and low speed roads)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Car following, including stop and go, lead vehicle changing lanes, and responding to emergency braking</li> <li>• Speed maintenance, including detecting changes in speed limits and speed advisories</li> <li>• Lane centering</li> <li>• Detect and respond to encroaching vehicles</li> <li>• Enhancing conspicuity (e.g., headlights)</li> <li>• Detect and respond to vehicles turning at non-signalized junctions</li> </ul>
Lane Change (Note: ODD may include high and low speed roads)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lane switching, including overtaking or to achieve a minimal risk condition</li> <li>• Merge for high and low speed</li> <li>• Detect and respond to encroaching vehicles</li> <li>• Enhancing conspicuity (e.g., blinkers)</li> <li>• Detect and respond to vehicles turning at non-signalized junctions</li> <li>• Detect and respond to no passing zones</li> </ul>
Navigate Intersection (Note: ODD may include signalized and non-signalized junctions)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navigate on/off ramps</li> <li>• Navigate roundabouts</li> <li>• Navigate signalized intersection</li> <li>• Detect and respond to traffic control devices</li> <li>• Navigate crosswalk</li> <li>• U-Turn</li> <li>• Car following through intersections, including stop and go, lead vehicle changing lanes, and responding to emergency braking</li> <li>• Navigate rail crossings</li> <li>• Detect and respond to vehicle running red light or stop sign</li> <li>• Vehicles turning - same direction</li> <li>• LTAP/OD at signalized junction and non-signalized junction</li> <li>• <b>Navigate right turn at signalized and non-signalized junctions</b></li> </ul>
Navigate Temporary or A-Typical Condition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detect and respond to work zone or temporary traffic patterns, including construction workers directing traffic</li> <li>• Detect and respond to relevant safety officials that are overriding traffic control devices</li> <li>• Detect and respond to citizens directing traffic after an incident</li> <li>• N-point turn</li> </ul>
OEDR: Vehicles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detect and respond to encroaching, oncoming vehicles</li> <li>• Vehicle following</li> <li>• Detect and respond to relevant stopped vehicle, including in lane or on the side of the road</li> <li>• Detect and respond to lane changes, including unexpected cutins</li> <li>• Detect and respond to cut-outs, including unexpected reveals</li> <li>• Detect and respond to school buses</li> <li>• Detect and respond to emergency vehicles, including at intersections</li> <li>• Detect and respond to vehicle roadway entry</li> <li>• Detect and respond to relevant adjacent vehicles</li> <li>• Detect and respond to relevant vehicles when in forward and reverse</li> </ul>
OEDR: Traffic Control Devices and Infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Follow driving laws</li> <li>• Detect and respond to speed limit changes or advisories</li> <li>• Detect and respond to relevant access restrictions, including one-way streets, no-turn locations, bicycle lanes, transit lanes, and pedestrian ways</li> <li>• Detect and respond to relevant traffic control devices, including signalized intersections, stop signs, yield signs, crosswalks, and lane markings (potentially including faded markings)</li> <li>• Detect and respond to infrastructure elements, including curves, roadway edges, and guard rails</li> </ul>
OEDR: Vulnerable Road Users, Objects, Animals	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detect and respond to relevant static obstacles in lane</li> <li>• Detect and respond to pedestrians, pedalcyclists, animals in lane or on side of road</li> </ul>
ODD Boundary	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detect and respond to ODD boundary transition, including unanticipated weather or lighting conditions outside of vehicle's capability</li> </ul>
Degraded Performance / Health Monitoring, Including Achieving Minimal Risk Condition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detect degraded performance and respond with appropriate fail-safe/fail-operational mechanisms, including detect and respond to conditions involving vehicle, system, or component-level failures or faults (e.g., power failure, sensing failure, sensing obstruction, computing failure, fault handling or response)</li> <li>• Detect and respond to vehicle control loss (e.g., reduced road friction)</li> <li>• Detect and respond to vehicle road departure</li> <li>• Detect and respond to vehicle being involved in incident with another vehicle, pedestrian, or animal</li> <li>• Non-collision safety situations, including vehicle doors ajar, fuel level, engine overheating</li> </ul>
Failure Mitigation Strategy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detect and respond to catastrophic event, for example flooding or debilitating cyber attack</li> </ul>

Bild 8-2: Behavioral Competencies entwickelt in (NHTSA 2018)

		Surrounding environment (other vehicle position and motion)				
Road geometry	Ego-vehicle behavior	Cut in	Cut out	Acceleration	Deceleration (Stop)	Sync
Main road-way	Lane keep	●	●	●	●	
	Lane change	●	●	●	●	●
Marge	Lane keep	●				●
	Lane change	●	●	●	●	●
Branch	Lane keep	●				●
	Lane change	●	●	●	●	●
Ramp	Lane keep	●	●	●	●	
	Lane change	●	●	●	●	●

Bild 8-3: Abdeckung der Kombinationen von StraÙengeometrie, Ego-Verhalten und Umgebung durch die Szenarien des SAKURA-Projekts nach (Antona-Makoshi et al. 2019b)

Ansatz	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5	Ebene 6
<b>(Feifel und Wagner 2018)</b>				<ul style="list-style-type: none"> <li>•Manöver der Verkehrsteilnehmer</li> <li>•Unfallverursacher</li> <li>•Relative Positionen der Verkehrsteilnehmer → Gleicher oder anderer Fahrstreifen bzw. Beifahrer- oder Fahrerseite</li> </ul>		
<b>(Rösener et al. 2019)</b>	•Situationsparameter aus GIDAS, wie Initialgeschwindigkeiten			<ul style="list-style-type: none"> <li>•Manöver in Abhängigkeit aller Verkehrsteilnehmer</li> <li>•Situationsparameter aus GIDAS, wie Initialgeschwindigkeiten</li> </ul>	•Situationsparameter aus GIDAS	
<b>(Rau et al. 2019)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Permanent-Regional: Funktionelle Klasse der Straße, Anzahl Fahrstreifen, Gesetze und Normen, etc.</li> <li>•Permanent-Lokal: Geschwindigkeitslimit, Fahrstreifeneigenschaften, Kreuzungstyp, etc.</li> <li>•Erschwerendes Event oder Bedingung: Baustellen, Straßenbedingungen, etc.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>•Erschwerendes Event oder Variable bzw. Bedrohung: Bewegungsverhalten der Verkehrsteilnehmer, etc.</li> </ul>	•Erschwerendes Event oder Variable: Wetter, Lichtbedingungen, etc.	
<b>MOOVE (Bracquermond 2018)</b>				•Relatives Bewegungsverhalten der Verkehrsteilnehmer: Fahrmanöver (Fahrstreifenwechsel, Verzögern, Beschleunigen), Manöver abgebrochen?, Art des Verkehrsteilnehmers, rel. Geschwindigkeit		
<b>StreetWise (Elrofai et al. 2018)</b>				•Relatives Bewegungsverhalten der Verkehrsteilnehmer: Fahrmanöver, Relative Position zum Ego-Fahrzeug, Geschwindigkeit, Typ, etc.	•Wetter, Lichtbedingungen	
<b>SAKURA (SAKURA 2020)</b>	•Grundmuster der Straßengeometrien			•Relatives Bewegungsverhalten der Verkehrsteilnehmer: Fahrmanöver, Relative Position zum Ego-Fahrzeug, Geschwindigkeit, Typ, etc.		
<b>Waymo &amp; NHTSA Behavioral competencies (Waymo 2018)</b>	•Fahrbahngeometrie wie Standstreifen	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Verkehrsschilder, Ampeln</li> <li>•Statische Objekte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Statische Objekte</li> <li>•Baustellen</li> <li>•Umleitungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Relatives Bewegungsverhalten: Geschwindigkeit, Fahrmanöver,</li> <li>•Anweisungen von außen (Polizei, Baustellenarbeiter)</li> <li>•Fehlerhaftes Arbeiten des Fahrzeugs, Systems oder Komponenten</li> </ul>	•Wetter, Lichtbedingungen	
<b>PEGASUS (PEGASUS 2019)</b>				<ul style="list-style-type: none"> <li>•Relatives Bewegungsverhalten der Verkehrsteilnehmer: Aus der Ego-Perspektive, Geschwindigkeit</li> <li>•Handlungseinschränkungen &amp; Sichtverdeckungen</li> </ul>		

Tab. 8-3: Vergleich der Klassifikationsansätze aus Kapitel 2.2.2 mithilfe des 6-Ebenen-Modells

Ansatz	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5	Ebene 6
<b>BAG2018</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Höhenplan</li> <li>•Regelquerschnitt</li> <li>•Bepflanzung</li> </ul>	•Beschilderung		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Positionen auf Grid</li> <li>•Manöver</li> </ul>		
<b>MEN2019</b>	•Gegeben durch OpenDRIVE	•Gegeben durch OpenDRIVE		•Graphenrepräsentation		
<b>BOC2019</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Entry</li> <li>•Exit</li> <li>•Tollgate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Beschilderung</li> <li>•Wechsellichtzeichen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Manöver</li> <li>•Konditionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Wetter</li> <li>•Tageszeit</li> </ul>	

Tab. 8-4: Vergleich der Klassifikationsansätze aus Kapitel 2.2.3 mithilfe des 6-Ebenen-Modells



B) Kapitel 3

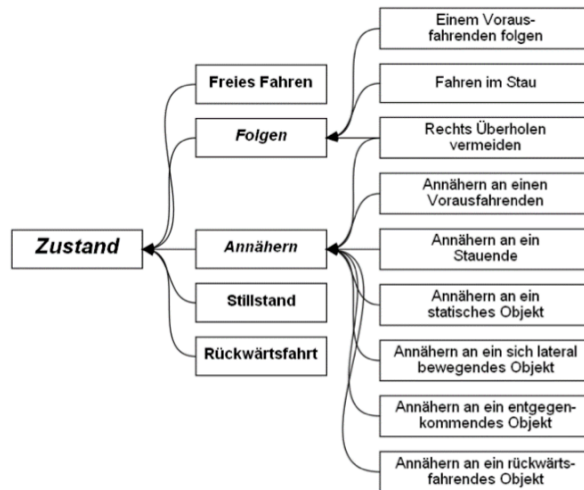


Bild 8-4: Fahrzustände zur Herleitung der nicht-kollisionsrelevanten Grundscenarien

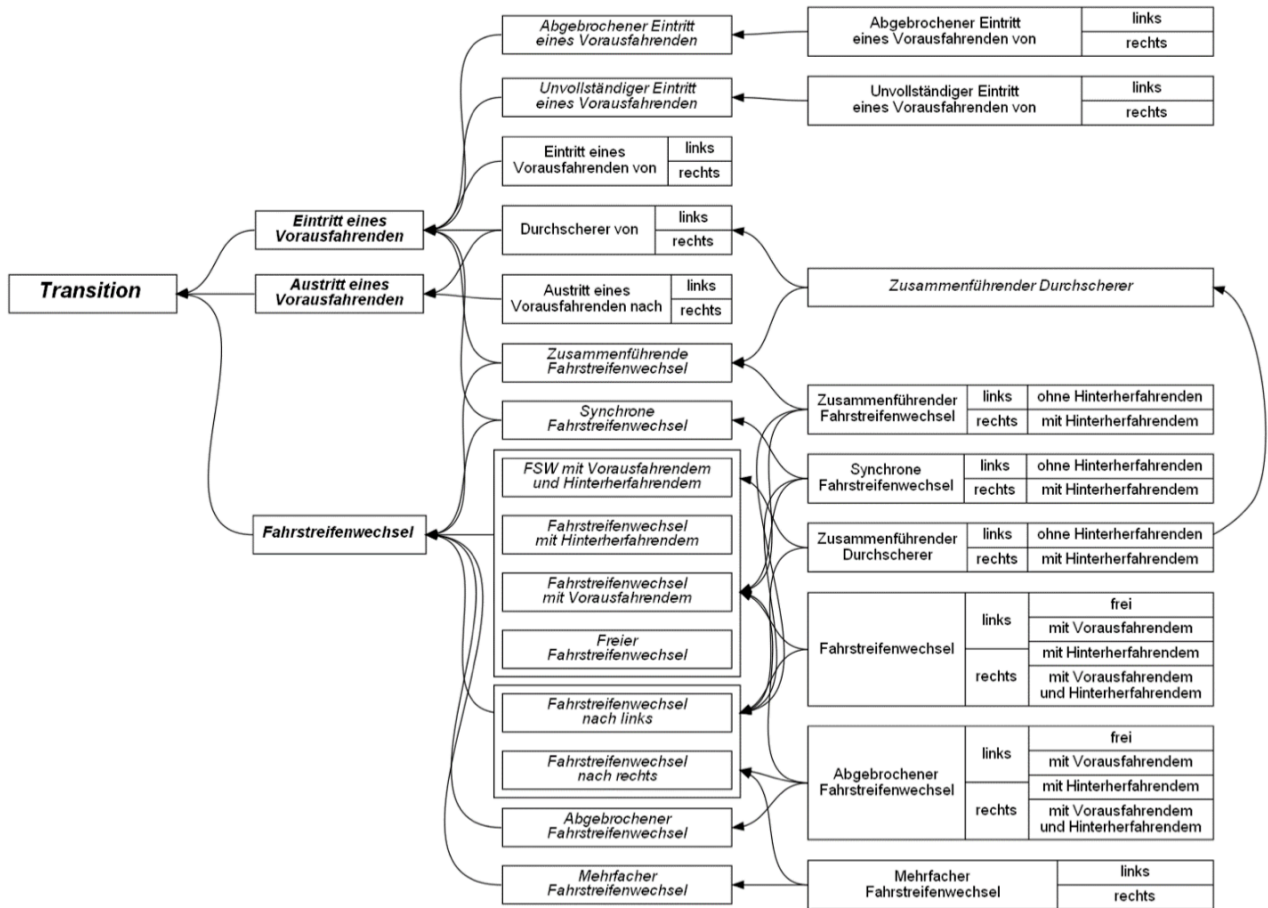


Bild 8-5: Zeitlich ausgedehnte Transitionen zur Herleitung der nicht-kollisionsrelevanten Grundscenarien

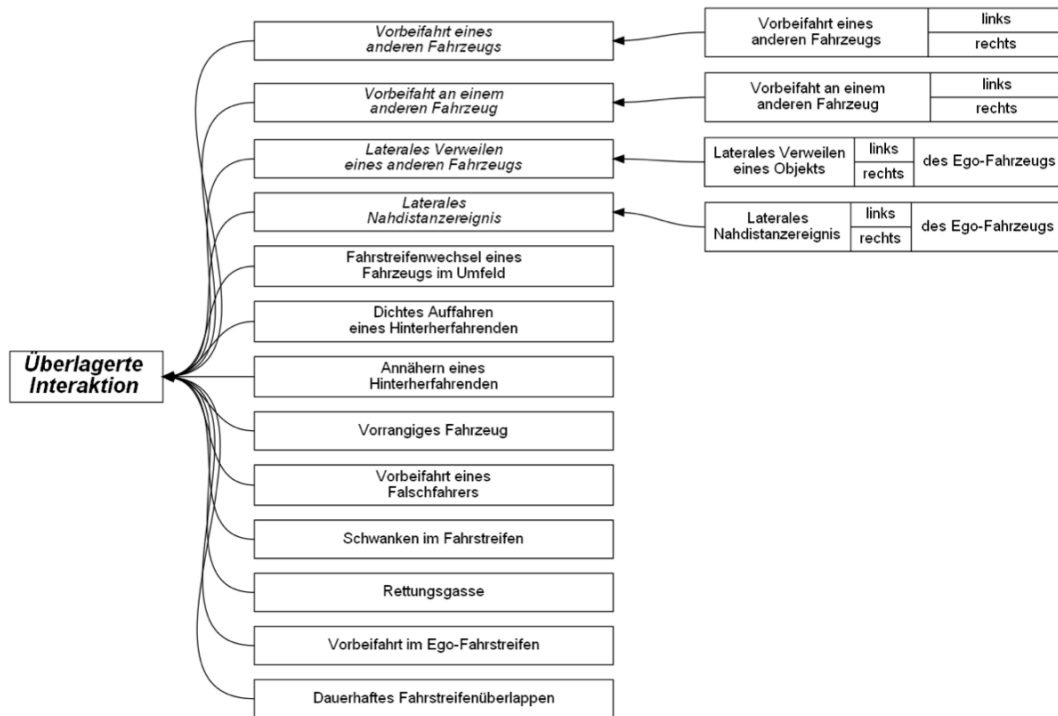


Bild 8-6: Überlagerte Interaktionen zur Herleitung der nicht-kollisionsrelevanten Grundszenerien

Pfad	Kollisionsfläche	Initialposition	Szenario
<b>Geradeausfahrt</b>			
A	Front	Davor	Vorausfahrer
B	Front	Davor daneben	Langsamer Einscherer
C	Front	Davor dahinter	Überholender Einscherer
D	Seite	Davor daneben	Langsamer Sideswipe
E	Seite	Daneben	Sideswipe
F	Seite	Dahinter daneben	Schneller Sideswipe
G	Heck	Davor daneben	Zurückfallender Auffahrer
H	Heck	Dahinter daneben	Einscherender Auffahrer
I	Heck	Dahinter	Auffahrer
<b>Fahrstreifenwechsel</b>			
A <sub>LC, sync</sub>	Front	Davor in Initialposition	Synchroner Einscherer
B <sub>LC, near</sub>	Front	Davor in Zielposition	Vorausfahrer in Zielposition
B <sub>LC, far</sub>	Front	Davor daneben in Zielposition	Einscherer durch zusammenführende FSW
B <sub>LC, across</sub>	Front	Davor neben Initialposition (gegenüber Zielposition)	Langsamer querender Einscherer
C <sub>LC, near</sub>	Front	Dahinter in Zielposition	FSW hinter Überholenden
C <sub>LC, far</sub>	Front	Daneben dahinter in Zielposition	Entfernt überholender Einscherer
C <sub>LC, across</sub>	Front	Dahinter neben Initialposition	Überholender zusammenführender doppelter FSW
D <sub>LC, close</sub>	Seite	Davor in Zielposition	Langsamer Sideswipe beim FSW
D <sub>LC, far</sub>	Seite	Davor neben Zielposition	Langsamer entfernter Sideswipe beim FSW
E <sub>LC, far</sub>	Seite	Neben der Zielposition	Entfernter Sideswipe beim FSW

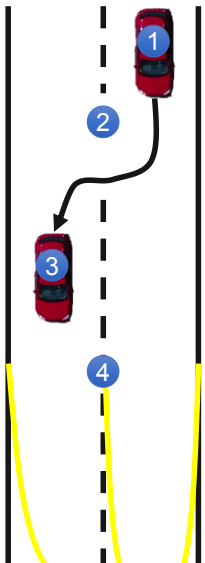
Tab. 8-5: Herausforderer-Szenarien für Geradeausfahrt sowie Fahrstreifenwechsel

F <sub>LC, far</sub>	Seite	Dahinter neben Zielposition	Schneller entfernter Sideswipe beim FSW
F <sub>LC, close</sub>	Seite	Dahinter in Zielposition	Schneller Sideswipe beim FSW
G <sub>LC, far</sub>	Heck	Davor in Zielposition	Zurückfallender Auffahrer beim zusammenführenden FSW
G <sub>LC, close</sub>	Heck	Davor daneben in Zielposition	Zurückfallender Auffahrer in Zielposition
G <sub>LC, across</sub>	Heck	Davor neben Initialposition (gegenüber Zielposition)	Zurückfallender querender Auffahrer
H <sub>LC, far</sub>	Heck	Dahinter in Zielposition	Auffahrer beim zusammenführenden FSW
H <sub>LC, close</sub>	Heck	Daneben dahinter in Zielposition	Auffahrer in Zielposition
H <sub>LC, across</sub>	Heck	Dahinter neben Initialposition	Querender einscherender Auffahrer
I <sub>LC, across</sub>	Heck	Dahinter in Initialposition	Synchroner Auffahrer

Tab. 8-5: Forts.

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Zu berücksichtigende Ereignisse zur Diskretisierung des Faktors.	1: Beginn / Wechsel eines Grundszenarios 2: Wechsel der Linienart 3: Verdeckung (mindestens X Meter lang) 4: Beginn eines Fahrstreifens 5: Fahrstreifenübertritt 6: Doppelte Fahrstreifenmarkierung
<i>Priorität</i>	Priorität des Fahrstreifens.	1: höchste Priorität 2: untergeordnete Priorität
<i>Linienart</i>	-	1: Strich durchgehend 2: Strich unterbrochen 3: Doppelstrich sowohl durchgehend als auch unterbrochen 4: Doppelstrich durchgehend, Doppelstrich unterbrochen 5: „Botts Dots“
<i>Sichtbarkeit</i>	Beschreibt wie stark sich Fahrstreifenmarkierung vom Untergrund abhebt durch die Differenz der RGB Werte.	1: Mittelwert & Standardabweichung 2: Minimaler Wert 3: Maximaler Wert
<i>Profil</i>	Beschreibt das Relief der Markierungsfläche	1: Glatt 2: Profiliert
<i>Abstand</i>	Abstand der Fahrstreifen.	1: Mittelwert & Standardabweichung 2: Minimaler Wert 3: Maximaler Wert

Tab. 8-6: Parameter zur Beschreibung des Faktors "Fahrstreifenmarkierung"



ID	Grundszenario	Ereignis	Fahrstreifen-Paar (1)		Fahrstreifen-Paar (2)	
			Links	Rechts	Links	Rechts
1	Fahrstreifenwechsel	Initialisierung Grundszenario	Priorität: 1 Typ: Durchgezogen RGB: 245,255,250	Priorität: 1 Typ: Gestrichelt RGB: 245,255,250		
2		Unterbrechung Fahrstreifen	Priorität: 1 Typ: Durchgezogen RGB: 244,254,251	Priorität: 1 Typ: Gestrichelt RGB: 112,128,144		
3	Freie Fahrt	Initialisierung Grundszenario	Priorität: 1 Typ: Gestrichelt RGB: 244,254,251	Priorität: 1 Typ: Durchgezogen RGB: 245,255,250		
4		Doppelte Fahrstreifenmarkierung	Priorität: 2 Typ: Gestrichelt RGB: 244,254,251	Priorität: 2 Typ: Durchgezogen RGB: 245,255,250	Priorität: 1 Typ: Durchgezogen RGB: 173,255,047	Priorität: 1 Typ: Durchgezogen RGB: 173,255,047

Bild 8-7: Beispielhafte Parametrierung des Faktors "Fahrstreifenmarkierung"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Beschreibt die vorliegende Handlungseinschränkung	1: Objekt hinter Ego 2: Objekt vor Ego 3: Objekt seitlich 4: Komplette seitliche Blockade 5: Seitliche Blockade mit ausreichender Lücke
<i>Objektklasse</i>		Ebene 2: 1: Durchgezogene Linie 2: Randbebauung 3: Sperrfläche Ebene 3: 1: Abgrenzung Baustelle Ebene 4: 1: Pkw 2: Lkw 3: Bus 4: Motorrad 5: Fahrrad 6: Fußgänger
<i>Handlungseinschränkung</i>	Beschreibt die Größe des Objekts	Länge = X [m] Breite = X [m] Höhe = X[m] Größe der Lücke = X [m]
<i>Distanz</i>	Longitudinaler und lateraler Abstand zur Handlungseinschränkung	Longitudinaler Abstand = X [m] Lateraler Abstand = X [m]
<i>Zustand</i>	Beschreibt den dynamischen Zustand des Objekts und die Relativgeschwindigkeit zum Ego-Fahrzeug	1: (quasi) statisch 2: dynamisch  Relativgeschwindigkeit: [m/s]

Tab. 8-7: Parameter zur Beschreibung des Faktors "Handlungseinschränkung"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Zu berücksichtigende Ereignisse zur Diskretisierung des Faktors.	1: Beginn Grundszenario 2: Abfall Reibwert
<i>Reibwert</i>	Beschreibt den Kraftschluss zwischen Reifen und Straßenoberfläche	0..1
<i>Straßenoberfläche</i>	Charakterisierung der Straßenoberfläche	1: Asphalt 2: Rollsplit 3: Beton 4: Eis 5: Sand / Kies 6: Schlamm 7: Sonstiges
<i>Ausdehnung</i>	Beschreibung der betroffenen Achsen	1: linke Seite 2: rechte Seite 3: beide Seiten
<i>Größe</i>	Longitudinale und laterale Ausdehnung	[m]

Tab. 8-8: Parameter zur Beschreibung des Faktors "Kraftschluss"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Zu berücksichtigende Ereignisse zur Diskretisierung des Faktors.	1: Beginn Grundszenario 2: Änderung Steigung
<i>Steigung</i>	Verhältnis der Höhenänderung zur waagerechten Strecke	[%]

Tab. 8-9: Parameter zur Beschreibung des Faktors "Steigung"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Zu berücksichtigende Ereignisse zur Diskretisierung des Faktors.	1: Beginn Grundszenario 2: Starke positive Krümmung 3: Leichte positive / negative Krümmung 4: Starke negative Krümmung
<i>Krümmung</i>	Krümmung der Kurve	Mittelwert, Standardabweichung, Minimaler, Maximaler Wert
<i>Vorabinformation</i>	Beschreibung der Ankündigung der Kurve	0: Kein Schild 1: Existierendes, aber verdecktes Schild 2: Existierendes sichtbares Schild 3: Digitale Informationen inkorrekt 4: Digitale Informationen korrekt

Tab. 8-10: Parameter zur Beschreibung des Faktors "Kurve"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Zu berücksichtigende Ereignisse zur Diskretisierung des Faktors.	1: Beginn Grundszenario 2: Starke positive Krümmung 3: Leichte positive / negative Krümmung 4: Starke negative Krümmung 5: Fahrstreifenverengung
<i>Krümmung</i>	Krümmung der Kurve	Mittelwert, Standardabweichung, Minimaler, Maximaler Wert
<i>Vorabinformation</i>	Beschreibung der Ankündigung der Krümmung oder Verengung	0: Kein Schild 1: Existierendes, aber verdecktes Schild 2: Existierendes sichtbares Schild 3: Digitale Informationen inkorrekt 4: Digitale Informationen korrekt

Tab. 8-11: Parameter zur Beschreibung des Faktors "Fahrstreifenverlauf"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Objekt, dass sich vom Ursprung löst.	1: Bauteil Fahrzeug 2: Ladung 3: Fahrer 4: Sonstiges
<i>Ursprung</i>	Objekt, von dem sich anderes Objekt trennt	1: Pkw 2: Lkw 3: Bus 4: Motorrad 5: Fahrrad 6: Fußgänger 7: Anhänger
<i>Trajektorie</i>	Trajektorie des abgetrennten Objekts	0: Keine Überschneidung mit Ego-Trajektorie 1: Überschneidung mit Ego-Trajektorie

Tab. 8-12: Parameter zur Beschreibung des Faktors "Objektteilung"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Art der nicht lokalisierbaren Sichteinschränkung	1: Reduktion der Sichtweite um X Meter 2: Störung der Wahrnehmung eines Sensors
<i>Ursache</i>	Wodurch entsteht die Sichteinschränkung	Ebene 1: 1: Schneefall 2: Regen 3: Nebel 4: Staub 5: Sonnenstand 6: Schneller Wechsel der Lichtverhältnisse (Tunneleinfahrt)
<i>Ausmaß</i>	Quantifizierung der Sichteinschränkung abhängig vom Ereignis sowie der Ursache.	Reduktion der Sichtweite: 1: Sichtweite = x [m]  Störung der Wahrnehmung 1: Position und Uhrzeit Fahrzeug 2: Dauer der Störung: x [s]  Quantifizierung Ursache: z.B.: Regen: stark, mittel, schwach

Tab. 8-13: Parameter zur Beschreibung der "nicht lokalisierbaren Sichteinschränkungen"



Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Art der lokalisierbaren statischen Sichteinschränkung	Ebene 1: 1: Topologie 2: Straßenführung (Kurve) 3: Sonstiges Ebene 2: 1: Randbebauung 2: Begrünung 3: Sonstiges Ebene 3: 1: Baumaßnahmen 2: Sonstiges
<i>Verdeckung</i>	Verdecktes Objekt	Ebene 1: 1.1: Kurve 1.2: Tunneleinfahrt  Ebene 2: 2.1: Beschilderung 2.2: Lichtsignalanlagen 2.3: Randbebauung 2.4: Linienführung  Ebene 3: 3.1: Beschilderung 3.2: Bauarbeiter 3.3: Baustellenfahrzeug 3.4: Fahrstreifen 3.5: Randbebauung 3.6: Schlagloch  Ebene 4: 4.1: Fahrzeuge 4.2: Tiere 4.3: Fußgänger 4.4: Fahrradfahrer  Ebene 5: 5.1: Schnee / Glatteis 5.2: Wasserlachen
<i>Ausmaß</i>	Dauer und Umfang der Sichteinschränkung	X Sekunden Vollständig / Nicht vollständig

Tab. 8-14: Parameter zur Beschreibung des Faktors "lokalisierbaren statischen Sichteinschränkungen"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Jede lokalisierbare dynamische Sichteinschränkung	-
<i>Verdecktes Objekt</i>	Klassifikation des Objekts, das verdeckt wird	Ebene 4: 4.1: Fahrzeug 4.2: Anhänger 4.3: Ladung
<i>Sicht einschränkendes Objekt</i>	Ursache der Sichteinschränkung	Ebene 4: 4.1: Fahrzeug 4.2: Anhänger 4.3: Ladung
<i>Allokation</i>	Verortung des Objekts, das die Sicht einschränkt	
<i>Ausmaß</i>	Dauer und Umfang der Sichteinschränkung	X Sekunden Vollständig / Nicht vollständig

Tab. 8-15: Parameter zur Beschreibung des Faktors "lokalisierbare dynamische Sichteinschränkungen"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Jeder nicht zusammenhängende Unfall stellt ein Ereignis dar.	-
<i>Zustand Unfall</i>	-	0: Stillstand 1: In Bewegung
<i>Allokation</i>	Verortung des Unfalls aus der Ego-Perspektive	0: Unfall rechts außerhalb von Ego-Fahrstreifen 1: Unfall innerhalb Ego-Fahrstreifen mit Ausdehnung nach rechts 2: Unfall innerhalb Ego-Fahrstreifen (Ausdehnung nach links und rechts) 3: Unfall innerhalb Ego-Fahrstreifen mit Ausdehnung nach links 4: Unfall links außerhalb Ego-Fahrstreifen 5: Unfall außerhalb Ego-Fahrstreifen nach links und rechts
<i>Anzahl Fahrzeuge</i>	Anzahl involvierter Fahrzeuge im Unfall	-
<i>Fahrzeugtyp(en)</i>	Involvierte Fahrzeugtyp(en)	1: Pkw 2: Lkw 3: Bus 4: Motorrad 5: Fußgänger 6: Fahrrad 7: Sonstige
<i>Relation Grundzenario</i>	Beschreibung, ob Ego-Fahrzeug während Grundzenario vorbei gefahren ist.	0: Ja 1: Nein

Tab. 8-16: Parameter zur Beschreibung des Faktors "Vorausgehender Unfall"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Zu berücksichtigende Ereignisse zur Diskretisierung des Faktors.	0: Eintritt in Sichtfeld 1: Austritt aus Sichtfeld 2: Wechsel des „Zustands“
<i>Fahrzeugtyp</i>	-	0: Krankenwagen 1: (Bundes)Polizei 2: Feuerwehr 3: Bundeswehr 4: Katastrophenschutz 5: Zolldienst
<i>Position Fahrzeug</i>	Longitudinale und laterale Position des Fahrzeugs	Longitudinal: Abstand in Meter Lateral: 1: Im Ego Fahrschlauch 2: (Benachbarter) Fahrstreifen links 3: (Benachbarter) Fahrstreifen rechts
<i>Zustand</i>	Alarmzustand des Fahrzeugs	1: Normaler Modus 2: Blaulicht aktiv 3: Horn aktiv 4: Stillstand ( $v = 0$ )

Tab. 8-17: Parameter zur Beschreibung des Faktors "Vorrangiges Fahrzeug"

Parameter	Beschreibung	Ausprägung
<i>Ereignis</i>	Zu berücksichtigende Ereignisse zur Diskretisierung des Faktors.	1: Beginn Grundszenario 2: Änderung Geschwindigkeitsbegrenzung 3: Eintritt Überholverbot 4: Ende Überholverbot
<i>Typ</i>	Art der gültigen Verkehrsregel	1. Zulässige Höchstgeschwindigkeit 2. Richtgeschwindigkeit 3. Mindestgeschwindigkeit 4. Überholverbot
<i>Wert</i>	Falls Geschwindigkeit	Wert in km/h
<i>Einschränkung</i>	Einschränkung der Regel auf eine besondere Fahrzeugklasse	1. Gültig für alle Verkehrsteilnehmer 2. Zulässiges Gesamtgewicht 3,5 t 3. LKW 4. PKW mit Anhänger
<i>Dynamisch</i>	Wechselverkehrszeichen	Ja / nein

Tab. 8-18: Parameter zur Beschreibung des Faktors "Verkehrsregeln"

<b>Straßenoberfläche</b>	<b>Pkw Reifen</b>	<b>Lkw Reifen</b>
Trockener Beton	0,85	0,65
Trockener Asphalt	0,80	0,60
Nasser Beton	0,70 – 0,80	0,50
Nasser Asphalt	0,45 – 0,80	0,30
Verdichteter Schnee	0,15	0,15
Eis	0,05	0,11 (trocken) bzw. 0,07 (nass)
Trockener Schmutz	0,65	-
Schlamm	0,40 – 0,50	-
Kies oder Sand	0,55	-

Tab. 8-19: Reibwertkoeffizient bestimmter Fahrbahnoberflächen (Warner et al. 1983)

## C) Kapitel 4

Bezeichnung	Definition
Freies Fahren	Free Driving
<i>Folgen</i>	Following
<i>Annähern</i>	Approaching
Stillstand	Standstill
Rückwärtsfahrt	Reversing
Einem Vorausfahren folgen	Follow a leading object
Fahren im Stau	Driving in Traffic Jam
Rechts überholen vermeiden	Avoid undertaking
Annähern an einen Vorausfahrenden	Approach a leading object
Annähern an ein Stauende	Approach a traffic jam
Annähern an ein statisches Objekt	Approach a static object
Annähern an ein rückwärtsfahrendes Objekt	Approach a reversing object
Annähern an ein entgegenkommendes Objekt	Approach an oncoming object
Annähern an ein sich lateral bewegendes Objekt	Approach a laterally moving
<i>Eintritt eines Vorausfahrenden</i>	A lead object entering
Eintritt eines Vorausfahrenden von links/rechts	A lead object entering from left/right
<i>Austritt eines Vorausfahrenden</i>	A lead object exiting
Austritt eines Vorausfahrenden nach links/rechts	A lead object exiting from left/right
Durchscherer von links/rechts	Cut through from left/right
<i>Abgebrochener Eintritt eines Vorausfahrenden</i>	Aborted lead entering
<i>Unvollständiger Eintritt eines Vorausfahrenden</i>	Incomplete lead entering
Abgebrochener Eintritt eines Vorausfahrenden von links/rechts	Aborted lead entering from left/right
Unvollständiger Eintritt eines Vorausfahrenden von links/rechts	Incomplete lead entering from left/right
<i>Fahrstreifenwechsel</i>	Lane change
<i>Fahrstreifenwechsel nach links</i>	Lane change left
<i>Fahrstreifenwechsel nach rechts</i>	Lane change right
<i>Freier Fahrstreifenwechsel</i>	Uninfluenced lane change
<i>Fahrstreifenwechsel mit Vorausfahrendem</i>	Lane change with lead object
<i>Fahrstreifenwechsel mit Hinterherfahrendem</i>	Lane change with following object
<i>Fahrstreifenwechsel mit Vorausfahrendem und Hinterherfahrendem</i>	Lane change with lead object and following object

Tab. 8-20: Englische Bezeichnungen der Grundszenarien

Bezeichnung	Definition
Freier Fahrstreifenwechsel nach links/rechts	Uninfluenced lane change left/right
Fahrstreifenwechsel mit Vorfahrendem nach links/rechts	Lane change left/right with lead object
Fahrstreifenwechsel mit Hinterherfahrendem nach links/rechts	Lane change left/right with following object
Fahrstreifenwechsel mit Vorfahrendem und Hinterherfahrendem nach links/rechts	Lane change left/right with lead object and following object
<i>Zusammenführende Fahrstreifenwechsel</i>	Merging lane changes
Zusammenführende Fahrstreifenwechsel nach links/rechts ohne Hinterherfahrenden	Merging lane changes left/right without following object
Zusammenführende Fahrstreifenwechsel nach links/rechts mit Hinterherfahrenden	Merging lane changes left/right with following object
<i>Synchrone Fahrstreifenwechsel</i>	Synchronous lane changes
Synchrone Fahrstreifenwechsel nach links/rechts ohne Hinterherfahrenden	Synchronous lane changes left/right without following object
Synchrone Fahrstreifenwechsel nach links/rechts mit Hinterherfahrendem	Synchronous lane changes left/right with following object
<i>Abgebrochener Fahrstreifenwechsel</i>	Aborted lane change
Abgebrochener freier Fahrstreifenwechsel nach links/rechts	Aborted uninfluenced lane change left/right
Abgebrochener Fahrstreifenwechsel nach links/rechts mit Vorfahrendem	Aborted lane change left/right with lead object
Abgebrochener Fahrstreifenwechsel nach links/rechts mit Hinterherfahrendem	Aborted lane change left/right with following object
Abgebrochener Fahrstreifenwechsel nach links/rechts mit Vorfahrendem und Hinterherfahrendem	Aborted lane change left/right with lead object and following object
<i>Mehrfacher Fahrstreifenwechsel</i>	Multiple lane changes
Mehrfacher Fahrstreifenwechsel nach links/rechts	Multiple lane changes left/right
<i>Zusammenführender Durchscherer</i>	Merging cut through
Zusammenführender Durchscherer nach links/rechts ohne Hinterherfahrenden	Merging cut through left/right without following vehicle
Zusammenführender Durchscherer nach links/rechts mit Hinterherfahrendem	Merging cut through left/right with following vehicle
<i>Vorbeifahrt eines anderen Fahrzeugs</i>	Another object passing
Vorbeifahrt eines anderen Fahrzeugs links/rechts	Another object passing left/right
<i>Vorbeifahrt an einem anderen Fahrzeug</i>	Passing another object
Vorbeifahrt an einem anderen Fahrzeug links/rechts	Passing another object left/right

Tab. 8-20: Forts.

Bezeichnung	Definition
<i>Laterales Verweilen eines anderen Fahrzeugs</i>	Object staying to side of ego
Laterales Verweilen eines anderen Fahrzeugs links/rechts des Ego-Fahrzeugs	Object staying left/right
Fahrstreifenwechsel eines Fahrzeugs im Umfeld	Lane change of another object in vicinity
Dichtes Auffahren eines Hinterherfahrenden	Tailgating
Annäherung eines Hinterherfahrenden	Rear object approaching
Vorrangiges Fahrzeug	Priority vehicle
<i>Laterales Nahdistanz-Ereignis</i>	Lateral close distance event
Laterales Nahdistanz-Ereignis links/rechts	Lateral close distance event left
Schwanken im Fahrstreifen	Object swerving in lane
Vorbeifahrt eines Falschfahrers	Wrong way driver passing
Rettungsgasse	Emergency alley
Vorbeifahrt im Ego-Fahrstreifen	Object passing in lane
Dauerhaftes Fahrstreifenüberlappen	Object overlapping its own lane

Tab. 8-20: Forts.

## D) Kapitel 6

<pre> "name": "enter_lead", "egoTrack": 12, "refTrack": 11, "scenarioStartFrame": "108", "scenarioEndFrame": "235", "duration": "3175", "num_samples": "128", "traveled_distance": "181.90", "Ego.length": "3.64", "Ego.width": "1.82", "Ego.height": -1, "Ego.class": "Car", "Ego.v.initial": "36.62", "Ego.v.final": "34.24", "Ego.v.min": "34.24", "Ego.v.max": "36.69", "Ego.v.mean": "35.81", "Ego.v.median": "36.02", "Ego.v.std": "0.81", "Ego.v.percentile05": "34.40", "Ego.v.percentile95": "36.69", "Ego.v@min_a": "35.50", "Ego.v@max_a": "36.62", "Ego.v@min_v": "34.24", "Ego.v@max_v": "36.69", "Ego.v@min_DHW": "34.24", "Ego.v@min_THW": "34.24", "Ego.v@min_TTC": "35.98", "Ego.v@lanecrossing": "36.20", "Ego.a_long.initial": "0.17", "Ego.a_long.final": "-0.65", "Ego.a_long.min": "-0.73", "Ego.a_long.max": "0.17", "Ego.a_long.mean": "-0.47", "Ego.a_long.median": "-0.65", "Ego.a_long.std": "0.30", "Ego.a_long.percentile05": "-0.73", "Ego.a_long.percentile95": "0.13", "Ego.a_long@min_a": "-0.73", "Ego.a_long@max_a": "0.17", "Ego.a_long@min_v": "-0.65", "Ego.a_long@max_v": "0.05", "Ego.a_long@min_DHW": "-0.65", "Ego.a_long@min_THW": "-0.65", "Ego.a_long@min_TTC": "-0.67", "Ego.a_long@lanecrossing": "-0.60", "Ego.a_lat.initial": "-0.05", "Ego.a_lat.final": "-0.07", "Ego.a_lat.min": "-0.07", "Ego.a_lat.max": "0.11", "Ego.a_lat.mean": "0.01", "Ego.a_lat.median": "-0.01", "Ego.a_lat.std": "0.06", "Ego.a_lat.percentile05": "-0.07", "Ego.a_lat.percentile95": "0.11", </pre>	<pre> "Ego.THW.initial": "3.15", "Ego.THW.final": "1.73", "Ego.THW.min": "1.73", "Ego.THW.max": "3.15", "Ego.THW.mean": "2.37", "Ego.THW.median": "2.33", "Ego.THW.std": "0.40", "Ego.THW.percentile05": "1.82", "Ego.THW.percentile95": "3.06", "Ego.THW@min_a": "2.14", "Ego.THW@max_a": "3.15", "Ego.THW@min_v": "1.73", "Ego.THW@max_v": "2.96", "Ego.THW@min_DHW": "1.73", "Ego.THW@min_THW": "1.73", "Ego.THW@min_TTC": "2.31", "Ego.THW@lanecrossing": "2.41", "Ego.TTC.initial": "9.04", "Ego.TTC.final": "8.08", "Ego.TTC.min": "7.57", "Ego.TTC.max": "9.04", "Ego.TTC.mean": "7.93", "Ego.TTC.median": "7.82", "Ego.TTC.percentile05": "7.58", "Ego.TTC.percentile95": "8.76", "Ego.TTC@min_a": "7.63", "Ego.TTC@max_a": "9.04", "Ego.TTC@min_v": "8.08", "Ego.TTC@max_v": "8.48", "Ego.TTC@min_DHW": "8.08", "Ego.TTC@min_THW": "8.08", "Ego.TTC@min_TTC": "7.57", "Ego.TTC@lanecrossing": "7.60", "Object.length": "4.14", "Object.width": "1.92", "Object.height": -1, "Object.class": "Car", "Object.v.initial": "25.07", "Object.v.final": "26.90", "Object.v.min": "23.86", "Object.v.max": "26.90", "Object.v.mean": "24.79", "Object.v.median": "24.59", "Object.v@min_a": "24.05", "Object.v@max_a": "25.07", "Object.v@min_v": "23.95", "Object.v@max_v": "24.92", "Object.v@min_DHW": "23.95", "Object.v@min_THW": "23.95", "Object.v@min_TTC": "24.27", "Object.v@lanecrossing": "24.39", "Object.d_lanecenter.initial": "-0.55", "Object.d_lanecenter.final": "-0.15", "Object.d_lanecenter.min": "-1.90", "Object.d_lanecenter.max": "1.95", </pre>
--	--

Tab. 8-21: Vollständige Liste der extrahierten Beschreibungsparameter für ein Szenario „Eintritt eines Vorausfahrenden“ aus dem highD-Datensatz



"Ego.DHW@min_a": "76.04", "Ego.DHW@max_a": "115.31", "Ego.DHW@min_v": "59.28", "Ego.DHW@max_v": "108.59", "Ego.DHW@min_DHW": "59.28", "Ego.DHW@min_THW": "59.28", "Ego.DHW@min_TTC": "83.07", "Ego.DHW@lanecrossing": "87.26",	"Object.d_lanecenter.mean": "-0.09", "Object.d_lanecenter.median": "-0.10", "Object.d_lanecenter@min_a": "0.77", "Object.d_lanecenter@max_a": "-0.55", "Object.d_lanecenter@min_v": "-0.15", "Object.d_lanecenter@max_v": "-0.60", "Object.d_lanecenter@min_DHW": "-0.15", "Object.d_lanecenter@min_THW": "-0.15", "Object.d_lanecenter@min_TTC": "1.52", "Object.d_lanecenter@lanecrossing": "1.95",
---	--

Tab. 8-21: Forts.

