



# Simulation automatisierter Fahrzeuge in PTV Vissim

Marvin Baumann, M.Sc.

Institut für Verkehrswesen, Karlsruher Institut für Technologie

# Fahrverhalten für automatisierte Fahrzeuge in PTV Vissim

## Längsverhalten (ACC-Modell)

- Kein menschlicher Fehler → **stabiler Verkehrsfluss**
- **Konstante Abstände**, parametrisiert (ähnlich CC1)
- **Smooth Annäherung** (komfortabler)
- Default-Parameter: UN-konform

## Fahrstreifenwechsel (ALC)

- Nur **freier FSW** (z. B. Überholen)
- **Vorsichtiges Verhalten** durch Sensorlogik
- Berücksichtigung möglicher **schneller Fahrzeuge von hinten**
- Entscheidungslogik parametrierbar

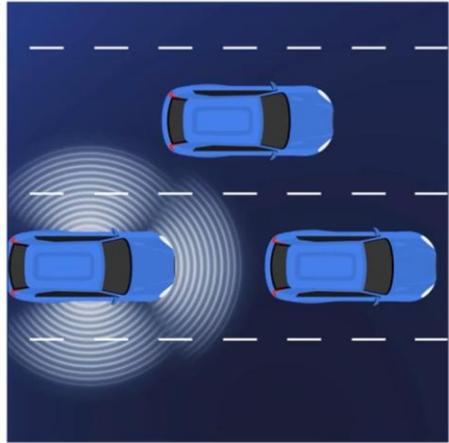
Automated Driving - New "Behavior" Models

Car following model  
> ACC - Adaptive Cruise Control

Driving Behavior  
No.: 110 Name: AV  
Following Car following model Lane Change Lateral Sig  
Adaptive Cruise Control (ACC)  
Model parameters

Lane change model  
> ALC - Automatic Lane Change

Driving Behavior  
No.: 110 Name: AV  
Following Car following model Lane Change Lateral Sig  
General behavior: Slow lane rule  
 AutonomousLaneChange



PTV GROUP  
part of Umovity

Quelle: Thomas Otterstätter, Verhaltensmodell für automatisiertes Fahren | PTV Vissim

# SAE Level: Klassifizierung automatisierter Fahrzeuge

| SAE Level |  |
|-----------|--|
| Level 0   | <b>Keine Fahrautomatisierung</b><br>(No Driving Automation)                  |
| Level 1   | <b>Fahrerunterstützung</b><br>(Driver Assistance)                            |
| Level 2   | <b>Teilweise Automatisierung des Fahrens</b><br>(Partial Driving Automation) |
| Level 3   | <b>Bedingte Fahrautomatisierung</b><br>(Conditional Driving Automation)      |
| Level 4   | <b>Hochautomatisiertes Fahren</b><br>(High Driving Automation)               |
| Level 5   | <b>Vollautomatisiertes Fahren</b><br>(Full Driving Automation)               |

Quelle: SAE

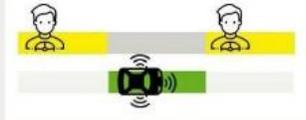
| Assistierter Modus<br>(geprägt durch Fahrerrolle)<br>SAE Level 1 und 2  | Automatisierter Modus<br>(geprägt durch Nutzerrolle)<br>SAE Level 3  | Autonomer Modus<br>(geprägt durch Passagierrolle)<br>SAE Level 4 und 5  |
|---|--|---|
|    |   |    |
| Der Fahrer hat die gesamte Zeit die Kontrolle über das Fahrzeug inne  | Bei Aktivierung des Systems erfolgt die vollständige Steuerung durch das System  | Die Steuerung liegt nach der Aktivierung vollständig bei dem System   |
| <b>Der Fahrer ...</b>   | <b>Der Nutzer ...</b>  | <b>Der Passagier ...</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>muss das System und das Umfeld überwachen</li> <li>muss korrigierend eingreifen</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>kann sich anderen Beschäftigungen zuwenden</li> <li>muss nach Aufforderung des Systems die Steuerung übernehmen</li> <li>muss die Steuerung bei offensichtlichen Unregelmäßigkeiten übernehmen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>kann die Steuerung übernehmen, sofern dieses konstruktiv vorgesehen und möglich ist</li> </ul> |
| <b>Beispiele:</b>   | <b>Beispiele:</b>  | <b>Beispiele (hier Anwendungsfelder):</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Abstandsregeltempomat (adaptive cruise control, ACC)</li> <li>Aktive Lenkunterstützung (lane centering)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stau Chauffeur (traffic jam chauffeur)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Autonomer Lieferverkehr</li> <li>Autonom fahrende Busse</li> </ul>                             |

Quelle: BAST

# SAE Level: Parametrisierung der Fahrverhaltensmodelle

| Streckenverhaltenstyp  | Teilmodell | <b>Assistierter Modus</b><br>(geprägt durch Fahrerrolle)<br>SAE Level 1 und 2<br> | <b>Automatisierter Modus</b><br>(geprägt durch Nutzerrolle)<br>SAE Level 3<br> | <b>Autonomer Modus</b><br>(geprägt durch Passagierrolle)<br>SAE Level 4 und 5<br> |
|------------------------|------------|--|---|--|
|                        |            | Der Fahrer hat die gesamte Zeit die Kontrolle über das Fahrzeug inne   | Bei Aktivierung des Systems erfolgt die vollständige Steuerung durch das System   | Die Steuerung liegt nach der Aktivierung vollständig bei dem System  |
| Freie Strecke          | Längs      |  |   |  |
|                        | Quer       |  |   |  |
| Einfahrt bzw. Ausfahrt | Längs      |  |   |  |
|                        | Quer       |  |   |  |

# SAE Level: Parametrisierung der Fahrverhaltensmodelle

| Streckenverhaltenstyp  | Teilmodell | <b>Assistierter Modus</b><br>(geprägt durch Fahrerrolle)<br>SAE Level 1 und 2<br> | <b>Automatisierter Modus</b><br>(geprägt durch Nutzerrolle)<br>SAE Level 3<br> | <b>Autonomer Modus</b><br>(geprägt durch Passagierrolle)<br>SAE Level 4 und 5<br> |
|------------------------|------------|--|---|--|
|                        |            | Der Fahrer hat die gesamte Zeit die Kontrolle über das Fahrzeug inne   | Bei Aktivierung des Systems erfolgt die vollständige Steuerung durch das System   | Die Steuerung liegt nach der Aktivierung vollständig bei dem System  |
| Freie Strecke          | Längs      | ACC, $\tau = 0,9 \text{ s}$<br>→ Fahrer:in trägt Verantwortung   |   |  |
|                        | Quer       | Manuell  |   |  |
| Einfahrt bzw. Ausfahrt | Längs      |  |   |  |
|                        | Quer       |  |   |  |

# SAE Level: Parametrisierung der Fahrverhaltensmodelle

| Streckenverhaltenstyp  | Teilmodell | <b>Assistierter Modus</b><br>(geprägt durch Fahrerrolle)<br>SAE Level 1 und 2<br> | <b>Automatisierter Modus</b><br>(geprägt durch Nutzerrolle)<br>SAE Level 3<br> | <b>Autonomer Modus</b><br>(geprägt durch Passagierrolle)<br>SAE Level 4 und 5<br> |
|------------------------|------------|--|---|--|
|                        |            | Der Fahrer hat die gesamte Zeit die Kontrolle über das Fahrzeug inne   | Bei Aktivierung des Systems erfolgt die vollständige Steuerung durch das System   | Die Steuerung liegt nach der Aktivierung vollständig bei dem System  |
| Freie Strecke          | Längs      | ACC, $\tau = 0,9 \text{ s}$<br>→ Fahrer:in trägt Verantwortung   | ACC, $\tau = 1,66 \text{ s}$ (nach UN 157)  |  |
|                        | Quer       | Manuell  | ALC   |  |
| Einfahrt bzw. Ausfahrt | Längs      |  |   |  |
|                        | Quer       |  |   |  |

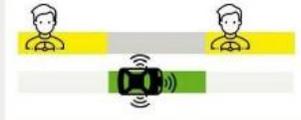
# SAE Level: Parametrisierung der Fahrverhaltensmodelle

| Streckenverhaltenstyp  | Teilmodell | <b>Assistierter Modus</b><br>(geprägt durch Fahrerrolle)<br>SAE Level 1 und 2<br> | <b>Automatisierter Modus</b><br>(geprägt durch Nutzerrolle)<br>SAE Level 3<br> | <b>Autonomer Modus</b><br>(geprägt durch Passagierrolle)<br>SAE Level 4 und 5<br> |
|------------------------|------------|--|---|--|
|                        |            | Der Fahrer hat die gesamte Zeit die Kontrolle über das Fahrzeug inne   | Bei Aktivierung des Systems erfolgt die vollständige Steuerung durch das System   | Die Steuerung liegt nach der Aktivierung vollständig bei dem System  |
| Freie Strecke          | Längs      | ACC, $\tau = 0,9 \text{ s}$<br>→ Fahrer:in trägt Verantwortung   | ACC, $\tau = 1,66 \text{ s}$ (nach UN 157)  | ACC, $\tau = ?$  |
|                        | Quer       | Manuell  | ALC   | ALC  |
| Einfahrt bzw. Ausfahrt | Längs      |  |   |  |
|                        | Quer       |  |   |  |

# SAE Level: Parametrisierung der Fahrverhaltensmodelle

| Streckenverhaltenstyp  | Teilmodell | <b>Assistierter Modus</b><br>(geprägt durch Fahrerrolle)<br>SAE Level 1 und 2<br> | <b>Automatisierter Modus</b><br>(geprägt durch Nutzerrolle)<br>SAE Level 3<br> | <b>Autonomer Modus</b><br>(geprägt durch Passagierrolle)<br>SAE Level 4 und 5<br> |
|------------------------|------------|--|---|--|
|                        |            | Der Fahrer hat die gesamte Zeit die Kontrolle über das Fahrzeug inne   | Bei Aktivierung des Systems erfolgt die vollständige Steuerung durch das System   | Die Steuerung liegt nach der Aktivierung vollständig bei dem System  |
| Freie Strecke          | Längs      | ACC, $\tau = 0,9 \text{ s}$<br>→ Fahrer:in trägt Verantwortung   | ACC, $\tau = 1,66 \text{ s}$ (nach UN 157)  | ACC, $\tau = ?$  |
|                        | Quer       | Manuell  | ALC   | ALC  |
| Einfahrt bzw. Ausfahrt | Längs      | Manuell, z.B. Wiedemann 99   | Manuell, z.B. Wiedemann 99  |  |
|                        | Quer       | Manuell  | Manuell   |  |

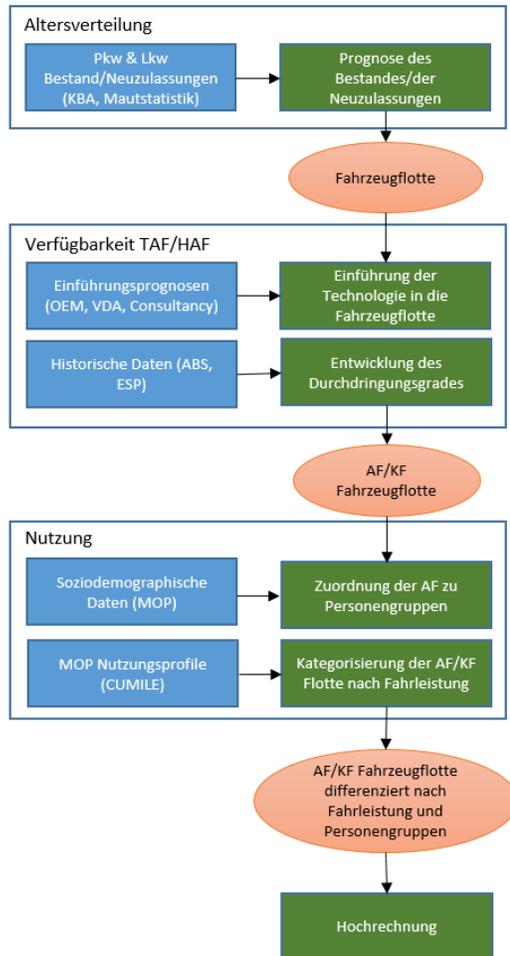
# SAE Level: Parametrisierung der Fahrverhaltensmodelle

| Streckenverhaltenstyp  | Teilmodell | <b>Assistierter Modus</b><br>(geprägt durch Fahrerrolle)<br>SAE Level 1 und 2<br> | <b>Automatisierter Modus</b><br>(geprägt durch Nutzerrolle)<br>SAE Level 3<br> | <b>Autonomer Modus</b><br>(geprägt durch Passagierrolle)<br>SAE Level 4 und 5<br> |
|------------------------|------------|--|---|--|
|                        |            | Der Fahrer hat die gesamte Zeit die Kontrolle über das Fahrzeug inne   | Bei Aktivierung des Systems erfolgt die vollständige Steuerung durch das System   | Die Steuerung liegt nach der Aktivierung vollständig bei dem System  |
| Freie Strecke          | Längs      | ACC, $\tau = 0,9 \text{ s}$<br>→ Fahrer:in trägt Verantwortung   | ACC, $\tau = 1,66 \text{ s}$ (nach UN 157)  | ACC, $\tau = ?$  |
|                        | Quer       | Manuell  | ALC   | ALC  |
| Einfahrt bzw. Ausfahrt | Längs      | Manuell, z.B. Wiedemann 99   | Manuell, z.B. Wiedemann 99  | ACC, $\tau = ?$  |
|                        | Quer       | Manuell  | Manuell   | ALC inkl. notwendigem Fahrstreifenwechsel  |

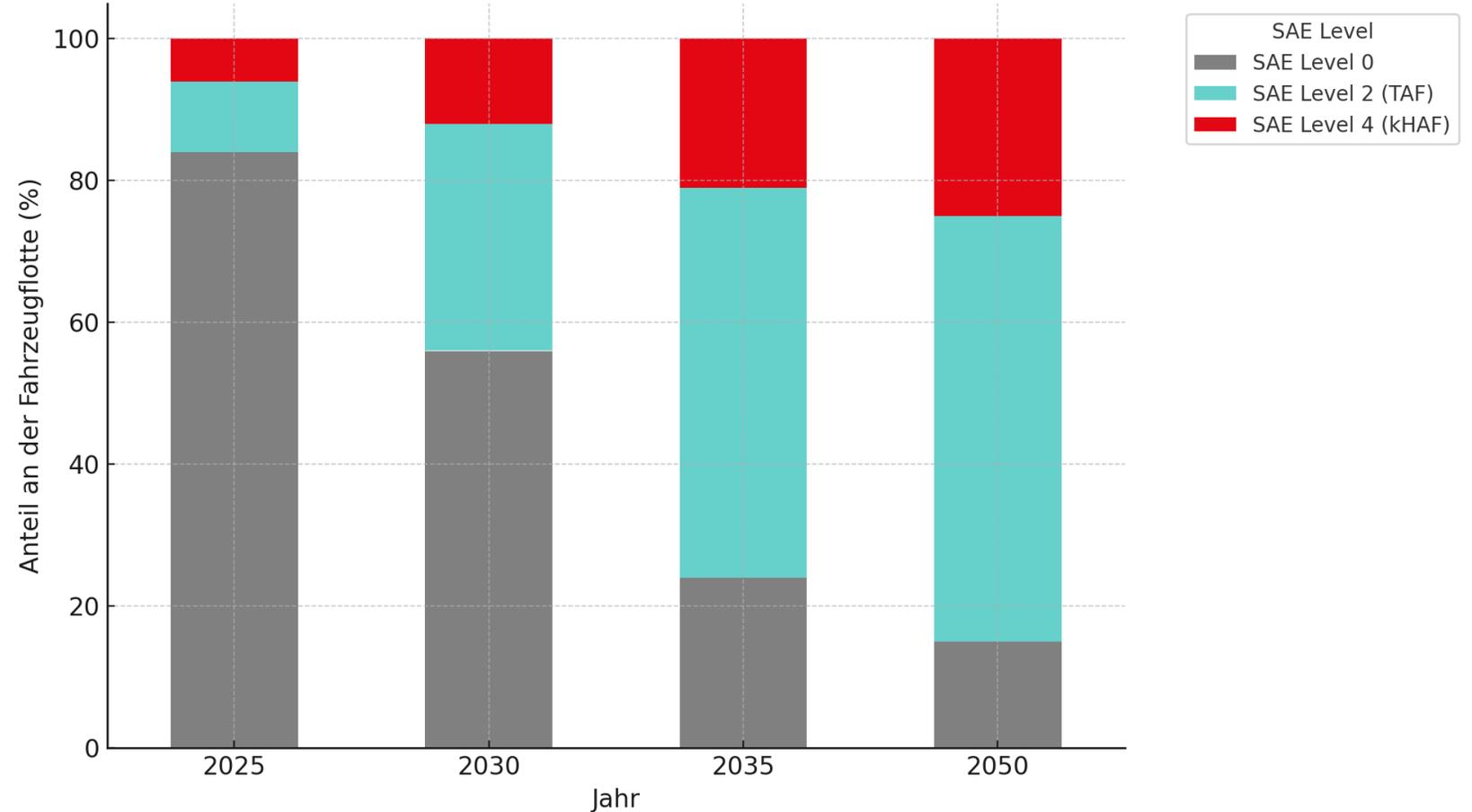
# Fahrzeugzusammensetzung: Geschätzter Anteil an Neuzulassungen

| Jahr        | SAE L0  | SAE L1  | SAE L2 / L2+ | SAE L3  | SAE L4  | SAE L5  | Quellen                                 |
|-------------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---|
| <b>2025</b> | ~50 %   | ~20 %   | 25–30 %      | <1 %    | <1 %    | 0 %     | McKinsey,<br>BCG, S&P<br>Global         |
| <b>2030</b> | 20–30 % | 10–15 % | 30–40 %      | 5–10 %  | 3–5 %   | <1 %    | McKinsey,<br>BCG, EU Hi-<br>Drive       |
| <b>2035</b> | 10–15 % | ~10 %   | 30–35 %      | 10–15 % | 8–10 %  | 2–5 %   | S&P Global,<br>L3Pilot,<br>TechInsights |
| <b>2050</b> | <5 %    | ~5 %    | 15–25 %      | 15–20 % | 20–30 % | 20–30 % | FleetEurope,<br>Goldman<br>Sachs        |

# Fahrzeugzusammensetzung: Prognose der Flottenzusammensetzung

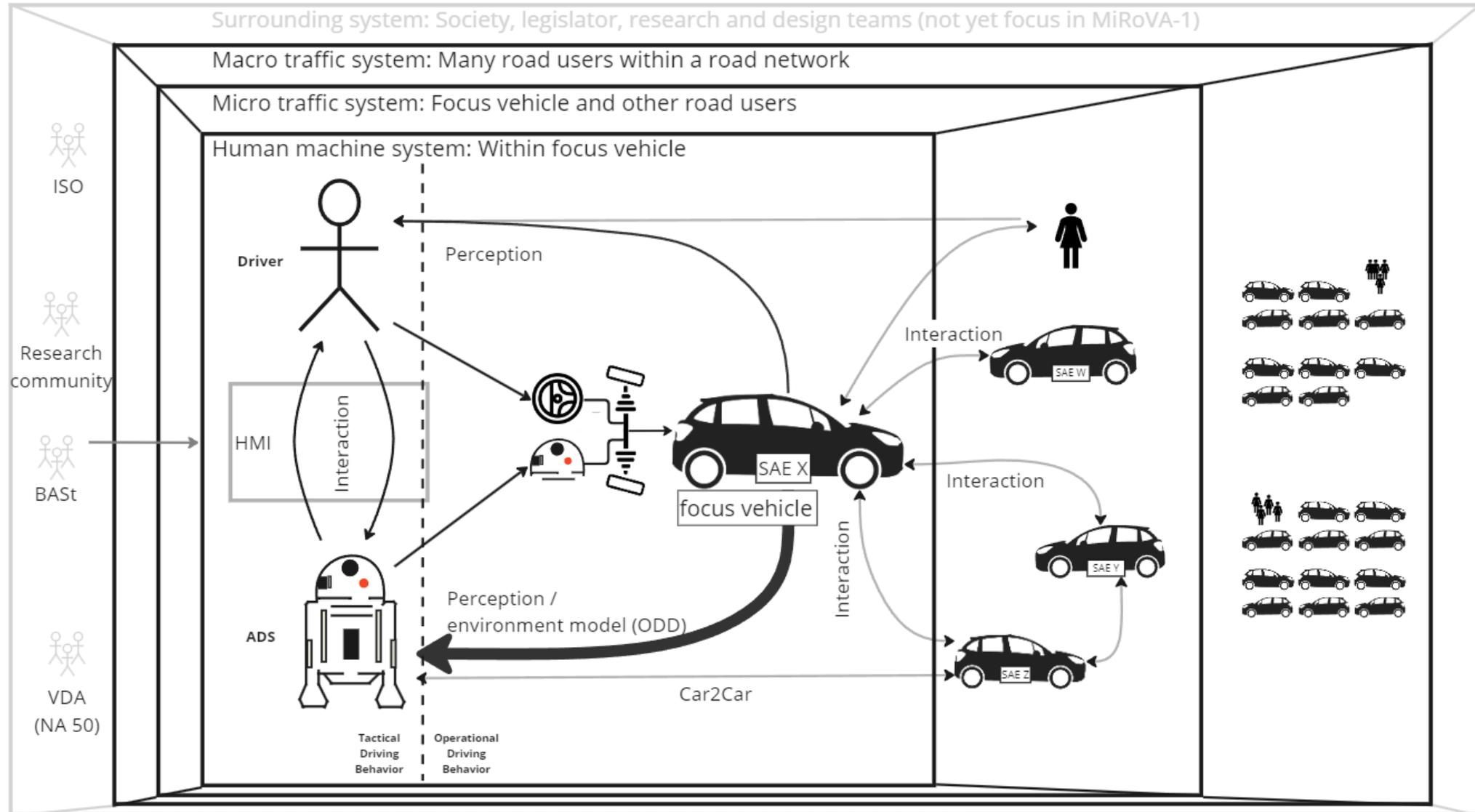


Flottenzusammensetzung nach Automatisierungsgrad



Quelle: FAT, Automatisiertes Fahren auf Autobahnen, 2017

# DFG-Projekt: Migration of Road Vehicle Automation



# Noch Fragen?

## Fahrverhalten für automatisierte Fahrzeuge in PTV Vissim

### Längsverhalten (ACC-Modell)

- Kein menschlicher Fehler → **stabiler Verkehrsfluss**
- Konstante Abstände**, parametrisiert (ähnlich CC1)
- Smoothie Annäherung** (komfortabler)
- Default-Parameter: UN-konform



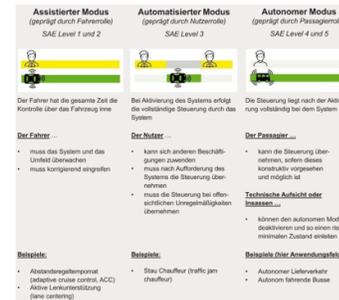
### Fahrtstreifenwechsel (ALC)

- Nur **freier** FSW (z. B. Überholen)
- Vorsichtiges Verhalten** durch Sensorlogik
- Berücksichtigung möglicher **schneller Fahrzeuge von hinten**
- Entscheidungslogik parametrierbar

## SAE Level: Klassifizierung automatisierter Fahrzeuge

| SAE Level |  |
|-----------|--|
| Level 0   | Keine Fahrerassistenz (No Driving Automation)                      |
| Level 1   | Fahrerunterstützung (Driver Assistance)                            |
| Level 2   | Teilweise Automatisierung des Fahrens (Partial Driving Automation) |
| Level 3   | Bedingte Fahrerassistenz (Conditional Driving Automation)          |
| Level 4   | Hochautomatisiertes Fahren (High Driving Automation)               |
| Level 5   | Vollautomatisiertes Fahren (Full Driving Automation)               |

Quelle: SAE



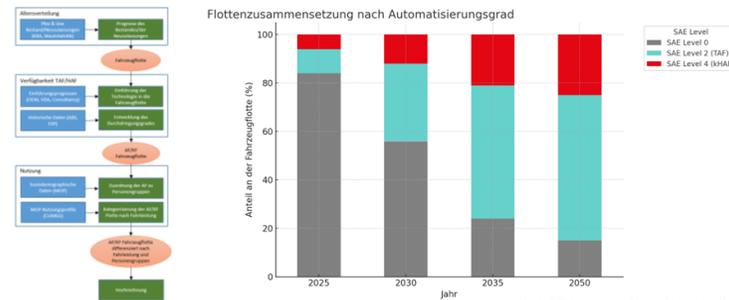
## SAE Level: Parametrisierung der Fahrverhaltensmodelle

| Streckenverhaltensstyp | Teilmodell | Assistierter Modus (geprägt durch Fahrerrolle) SAE Level 1 und 2 | Automatisierter Modus (geprägt durch Nutzerrolle) SAE Level 3             | Autonomer Modus (geprägt durch Passagierrolle) SAE Level 4 und 5 |
|------------------------|------------|--|---|--|
|                        |            | Freie Strecke  | Längs<br>→ ACC, $\tau = 0,9 \text{ s}$<br>→ Fahrer:in trägt Verantwortung | ACC, $\tau = 1,66 \text{ s}$ (nach UN 157)                       |
| Einfahrt bzw. Ausfahrt | Quer       | Manuell  | ALC   | ALC  |
|                        | Längs      | Manuell, z.B. Wiedemann 99                                       | Manuell, z.B. Wiedemann 99  | ACC, $\tau = ?$  |
| Einfahrt bzw. Ausfahrt | Quer       | Manuell  | Manuell   | ALC inkl. <b>notwendigem</b> <b>Fahrtstreifenwechsel</b>         |

## Fahrzeugzusammensetzung: Geschätzter Anteil an Neuzulassungen

| Jahr | SAE L0  | SAE L1  | SAE L2 / L2+ | SAE L3  | SAE L4  | SAE L5  | Quellen                          |
|------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|----------------------------------|
| 2025 | ~50 %   | ~20 %   | 25–30 %      | <1 %    | <1 %    | 0 %     | McKinsey, BCG, S&P Global        |
| 2030 | 20–30 % | 10–15 % | 30–40 %      | 5–10 %  | 3–5 %   | <1 %    | McKinsey, BCG, EU Hi-Drive       |
| 2035 | 10–15 % | ~10 %   | 30–35 %      | 10–15 % | 8–10 %  | 2–5 %   | S&P Global, L3Pilot, TechnSights |
| 2050 | <5 %    | ~5 %    | 15–25 %      | 15–20 % | 20–30 % | 20–30 % | FleetEurope, Goldman Sachs       |

## Fahrzeugzusammensetzung: Prognose der Flottenzusammensetzung



## DFG-Projekt: Migration of Road Vehicle Automation

