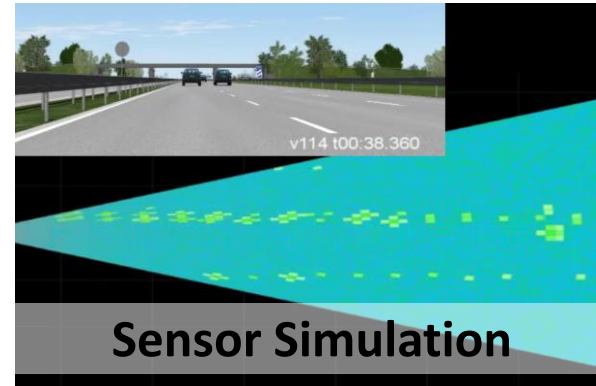
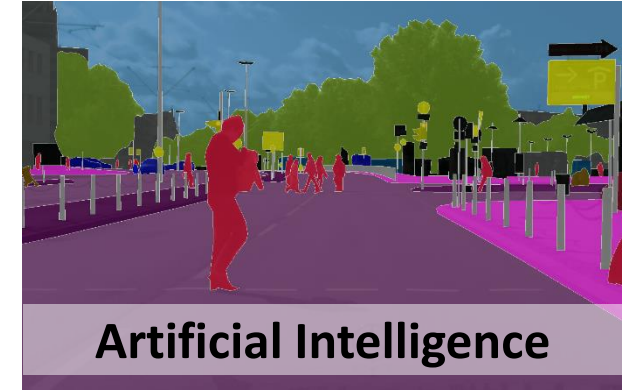




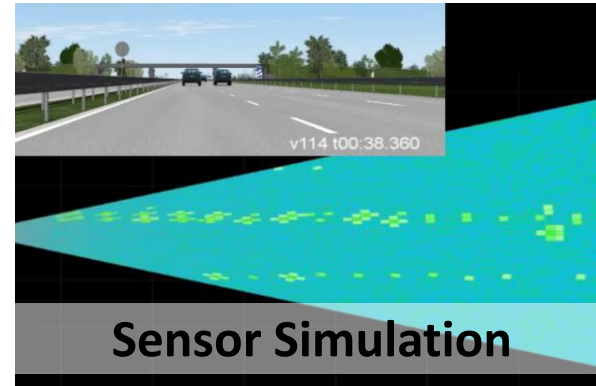
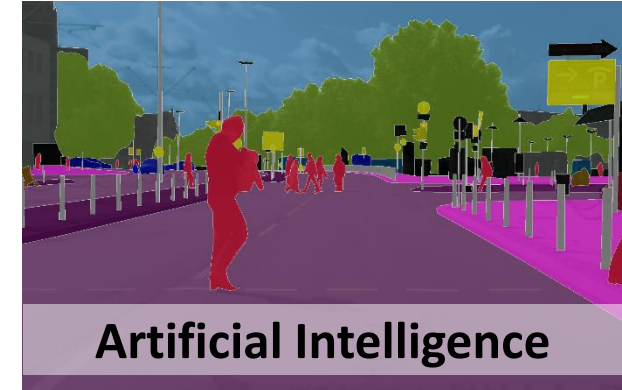
# Automated Driving - Driving Experience & Road Map

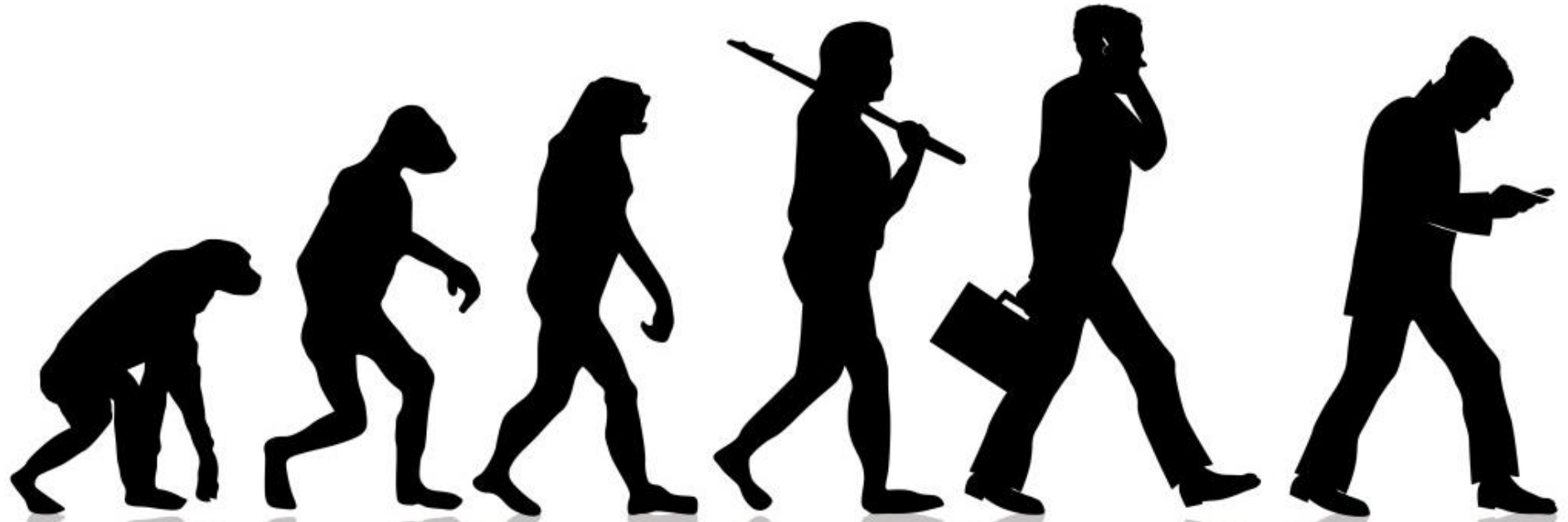
Prof. Bernhard Schick, Seda Aydogdu, University of Applied Sciences Kempten

## Fireworks of ADAS /AD technologies



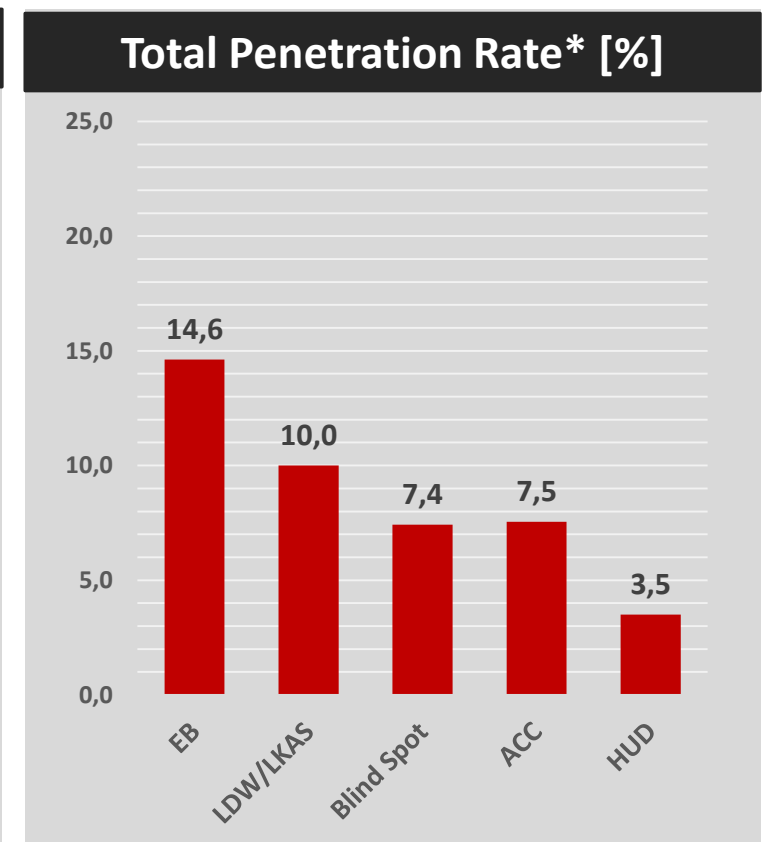
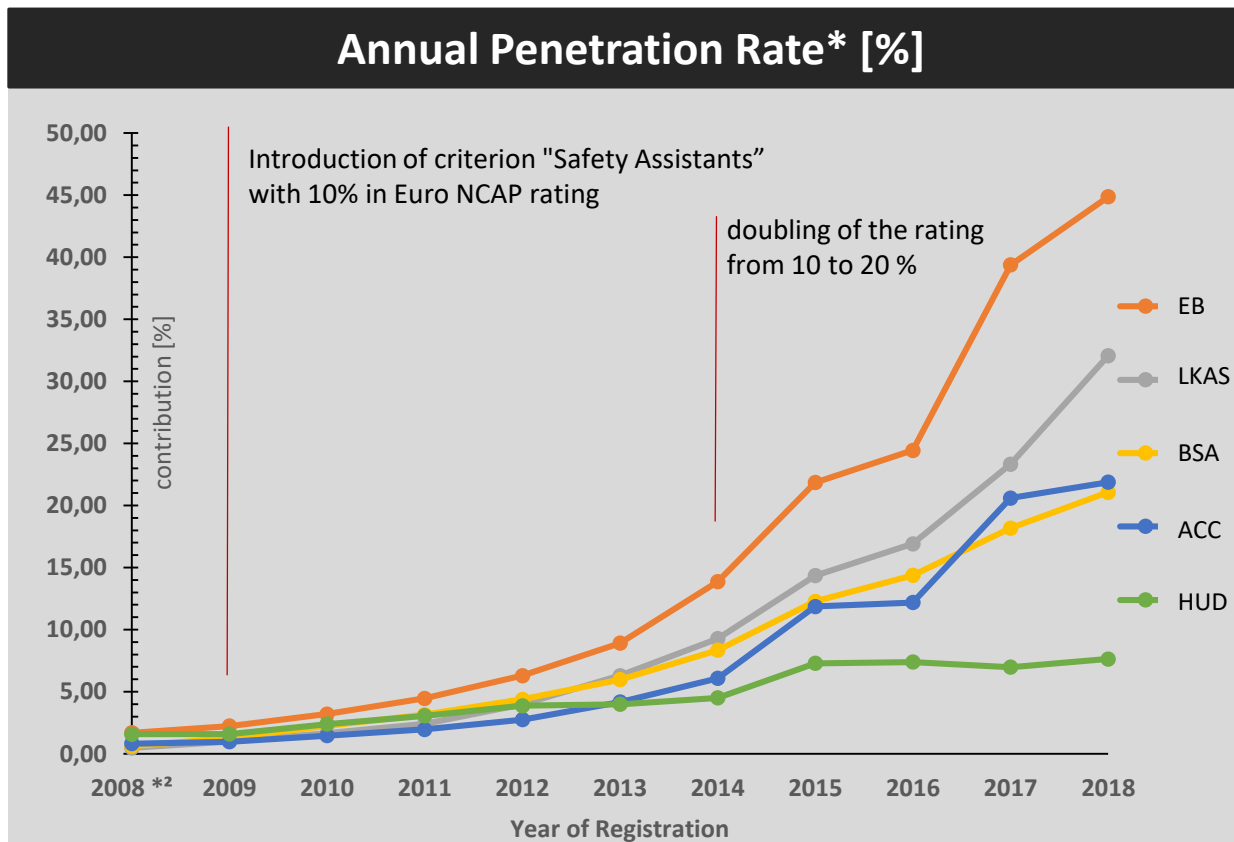
## Fireworks of ADAS /AD technologies





**It is about the human being ...  
and how the human being accepts new technologies!**

## Vehicle fleet show a relative low technology penetration of Advanced Driver Assistance Systems



\* Overall Vehicle Fleet 59,1 % < 10 years, 40,1 % > 10 years

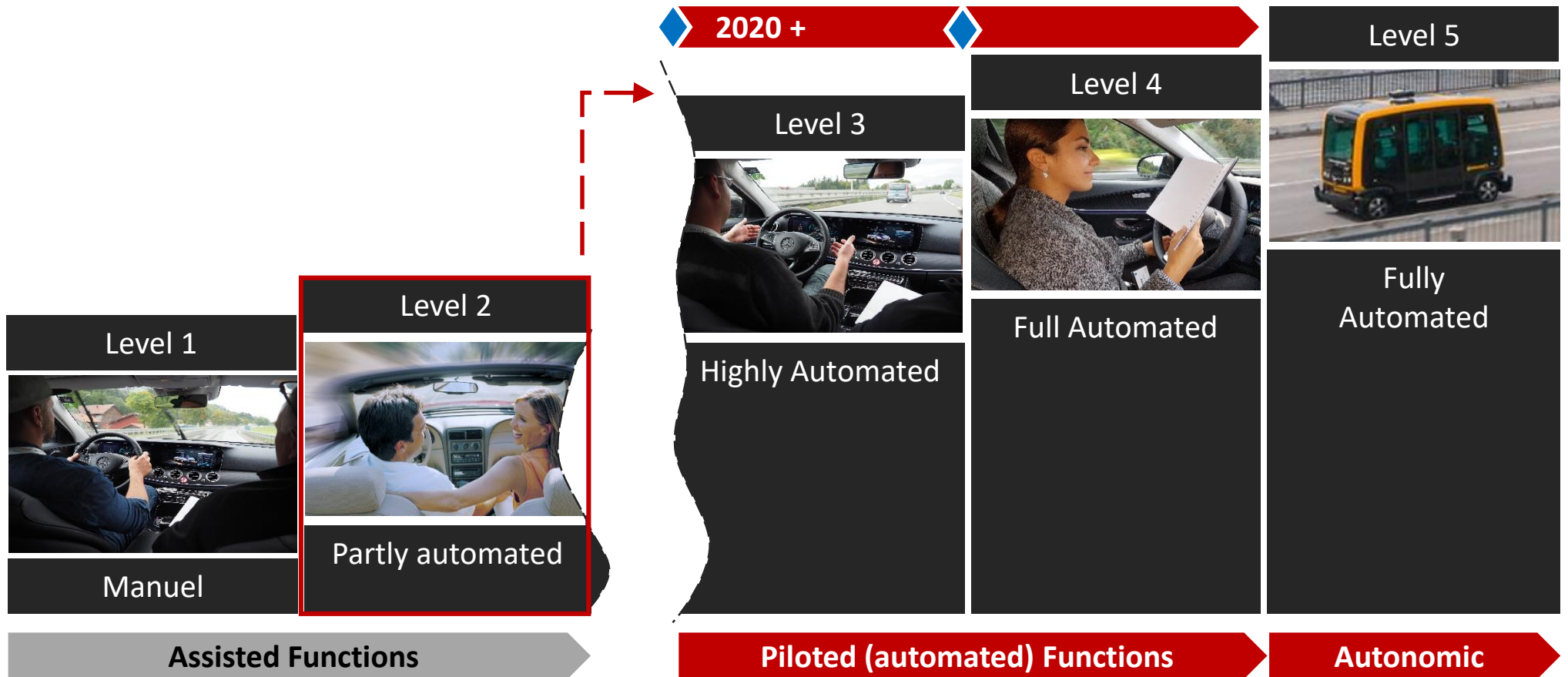
Source: Mobile.de

# Positive driving experience remain important!



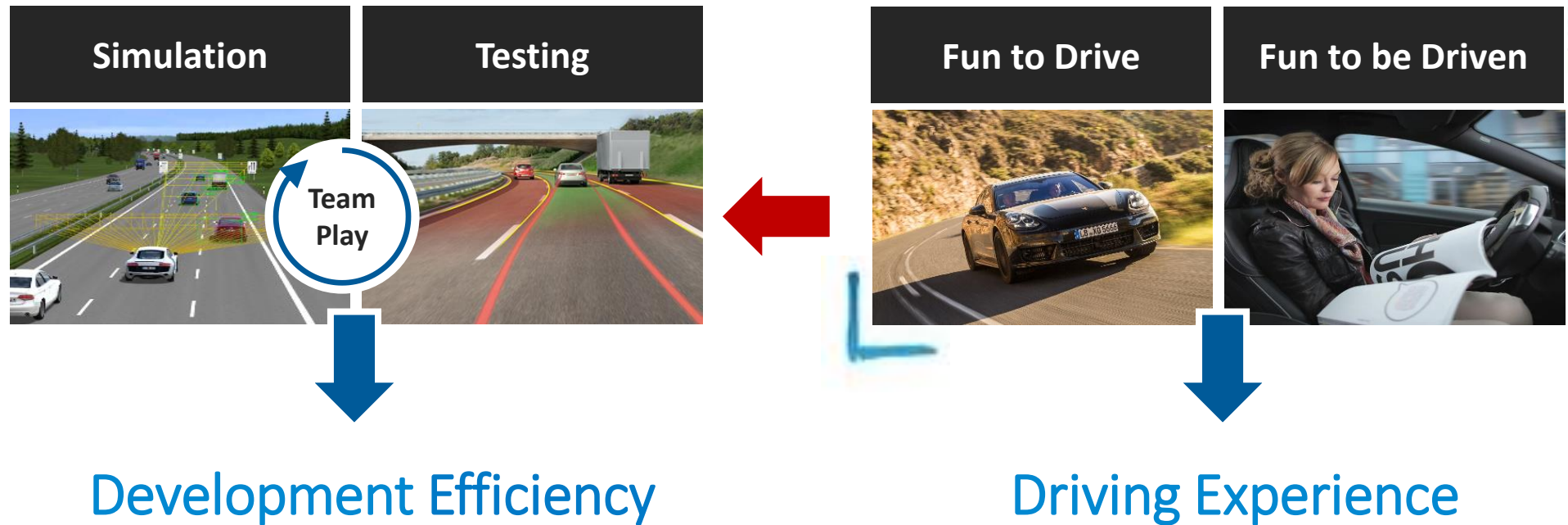
# Introduction and Challenges

Customer **acceptance and trust** will be the key to a successful introduction of (highly) automated driving.



# Motivation and Method Approach

How to transfer today's "fun-to-drive" into future "fun-to-be-driven" within an attribute-driven development?

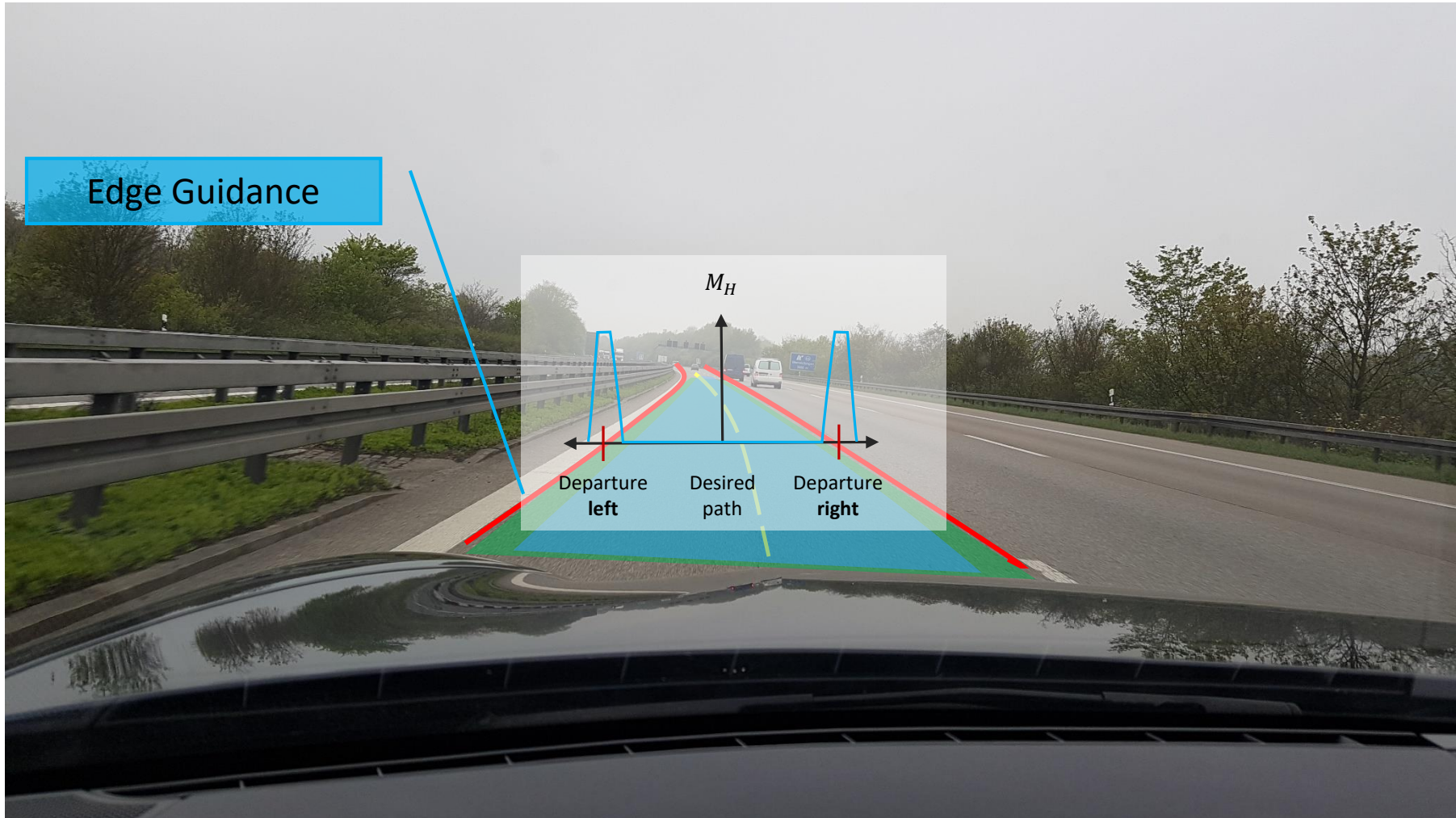






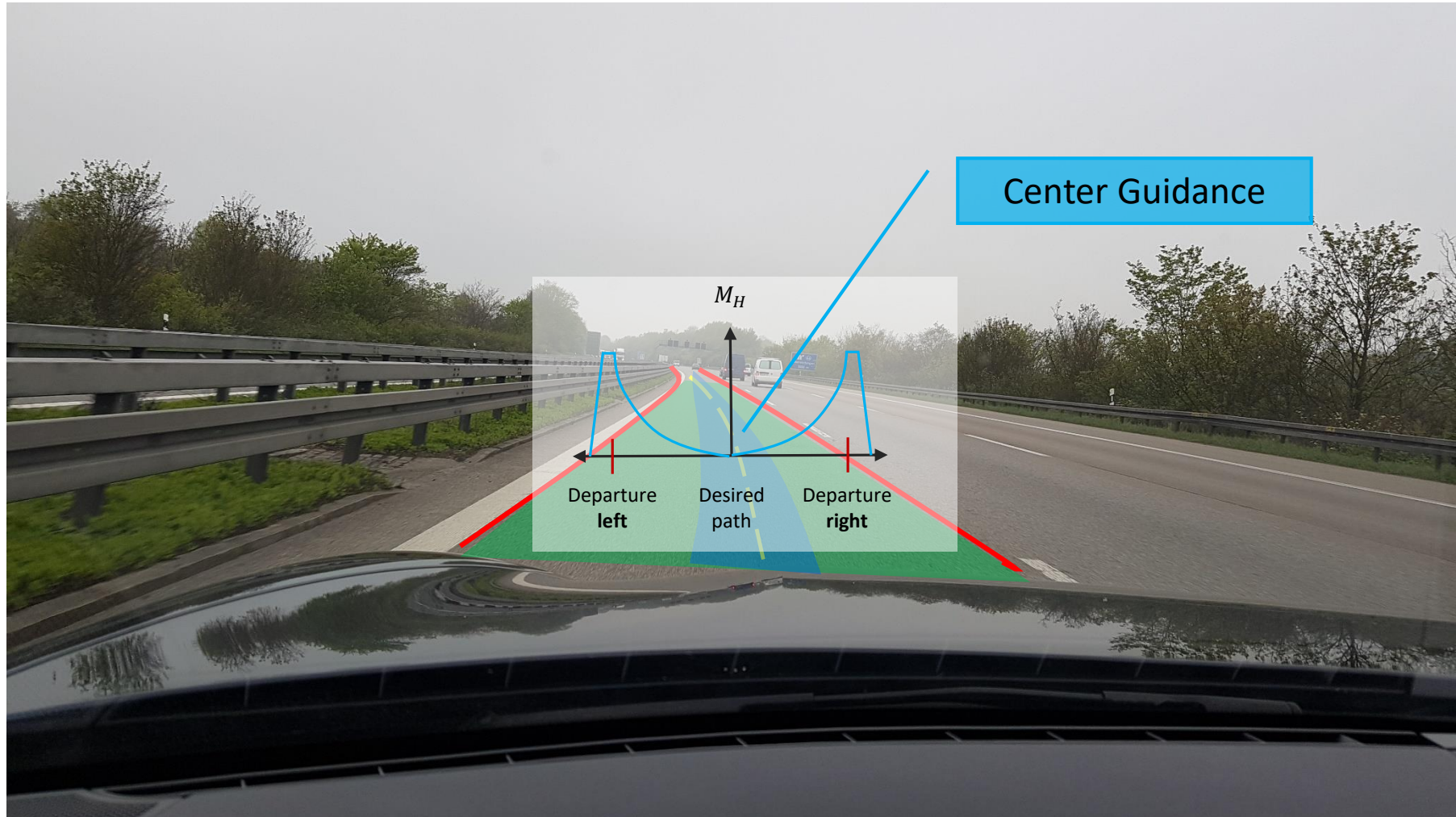
# Sample: "State of the Art" Level 2 Function

## Function of a Lane Keeping Assistance System



# Sample: "State of the Art" Level 2 Function

## Function of a Lane Keeping Assistance System





1 Drift Weaving

2 Sudden System Drop-Out



- 1 Drift Weaving
- 2 Object Lost
- 3 Sudden System Drop-Out



- 1 Drift Weaving
- 2 Object Lost
- 3 Sudden System Drop-Out



- 1 Object Hopping
- 2 Object Lost
- 3 Sudden System Drop-Out

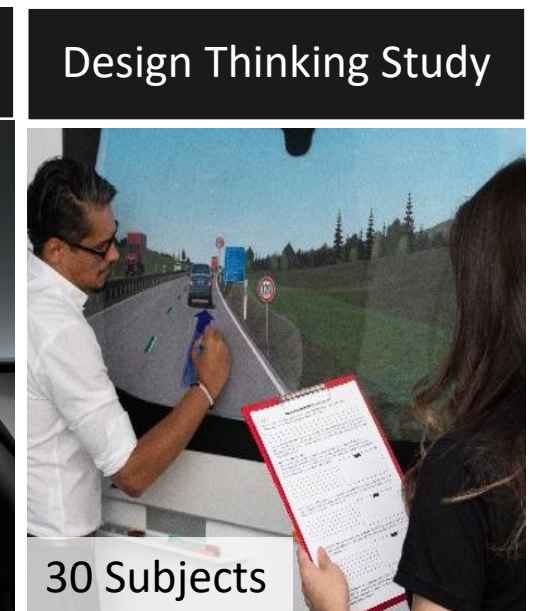
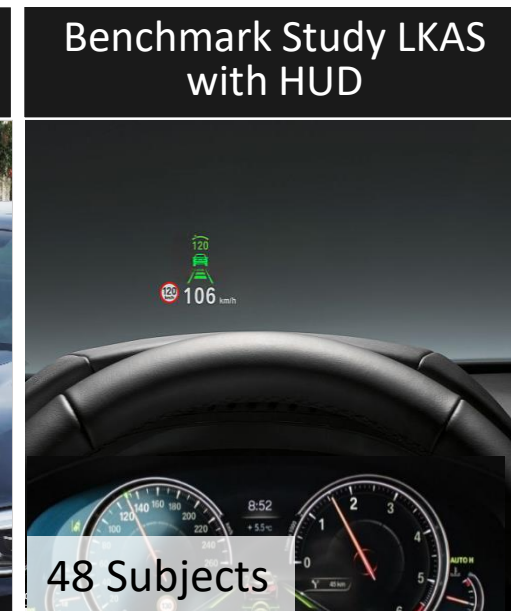
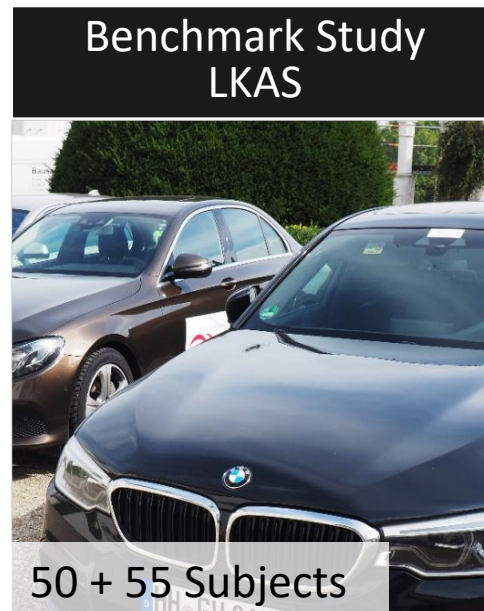
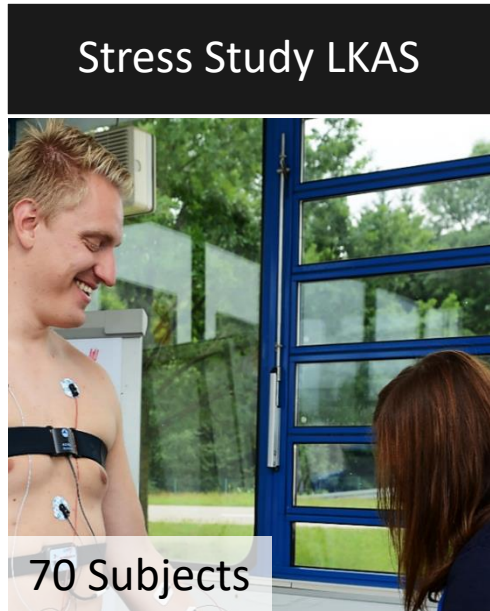
**How does customer feel?**

**What does he accept and what are no-go's?**

**How can we improve the human experience?**



With real cars, real systems on public roads!



- > 300 test persons: survey\*
- > 30 specialist evaluations
- > 70 physiological measurements
- > 2000 online survey\*

\*with Kano Method

# Subject Studies with Customer Test Rides

„I love big cars...“

„This is a great vehicle brand! The lane  
keeping assistant can't be bad...“

**„awesome car!“**

„My dream is fulfilled! I'm allowed  
to drive this car!“

„Thank you for allowing me to  
experience that!“ **„The brand is just amazing “**

**„The car is sexier than a woman!“**

„ I'm glad it worked out this time.!“

**„Absolutely  
great!“**

„Immediately when I'm sitting in  
it I feel more relaxed ..“

**„My husband  
is jealous of  
me...“**

## 1 Survey

Hochschule Kempten  
University of Applied Sciences

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Nun haben wir ein paar Fragen, die als Rahmenbedingungen für die Testfahrt benötigt werden. Bitte lesen Sie die Fragen aufmerksam durch und beantworten diese, wie es für Sie persönlich am Besten zutrifft. Es gibt keine falschen Antworten.

17 Seit wie vielen Jahren besitzen Sie den Führerschein für Pkw?  
Seit \_\_\_\_\_ Jahren

18 Wie oft fahren Sie mit dem Pkw?  
Bitte wählen Sie

< 1x im Monat  
 monatlich  
 mehrmals im Monat  
 wöchentlich  
 mehrmals wöchentlich  
 täglich

19 Wie viele Kilometer fahren Sie mit dem Pkw?  
\_\_\_\_\_ Kilometer

20 Steht Ihnen ein eigenes Auto zur Verfügung?  
Bitte wählen Sie

Eigenes Auto  
 Mitnutzung eines Autos  
 Dienstwagen  
 Car-Sharing  
 Nein  
 Sonstiges: \_\_\_\_\_

21 Die folgende Tabelle enthält Informationen über die Testfahrtsituationen. Bitte bezeichnen Sie die Testfahrtsituationen mit der Marke, der Erztzulassung und dem Kilometerstand.

Situation 1: Nach Entspannungstherapie  
Wie gestresst fühlen Sie sich auf einer Skala von 0 (nicht gestresst) bis 10 (sehr gestresst).  
0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

Situation 2: Auffahrt B19, Waltenhofen  
Wie gestresst fühlen Sie sich auf einer Skala von 0 (nicht gestresst) bis 10 (sehr gestresst).  
0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

Situation 3: Abfahrt A7, Kempten  
Wie gestresst fühlen Sie sich auf einer Skala von 0 (nicht gestresst) bis 10 (sehr gestresst).  
0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

Situation 4: Abfahrt A980, Kempten  
Wie gestresst fühlen Sie sich auf einer Skala von 0 (nicht gestresst) bis 10 (sehr gestresst).  
0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

Situation 5: Abfahrt A7, Kempten  
Wie gestresst fühlen Sie sich auf einer Skala von 0 (nicht gestresst) bis 10 (sehr gestresst).  
0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

E. Wie bewerten Sie die **Yardlichkeit** des Spurhalteassistenten im Testfahrzeug?  
Sehr gut  Sehr schlecht   
1 2 3 4 5 6 7

F. Wie bewerten Sie das **Sicherheitsgefühl** bei Einsatz des Spurhalteassistenten im Testfahrzeug?  
Sehr gut  Sehr schlecht   
1 2 3 4 5 6 7

G. Wie bewerten Sie den **Entlastungsgrad** des Fahrens durch den Spurhalteassistenten im Testfahrzeug?  
Sehr gut  Sehr schlecht   
1 2 3 4 5 6 7




H. Wie bewerten Sie die **Reaktionsfähigkeit** bei Einsatz des Spurhalteassistenten im Testfahrzeug?  
Sehr gut  Sehr schlecht   
1 2 3 4 5 6 7

I. Wie bewerten Sie das **Gesamtverhalten** des Spurhalteassistenten im Porsche Panamera + S?  
Sehr gut  Sehr schlecht   
1 2 3 4 5 6 7

J. Was würden Sie für einen Spurhalteassistenten ausgeben?  
\_\_\_\_\_ Euro

## Stress- and Vehicle Measurement

Measurement	Indication
<b>Hearth Rate Variability</b> ECG – Electrocardiography	<b>Physiological Stress</b>
<b>Skin Conductibility / Wetness</b> EDA – Electrodermal Activity	<b>Mental Stress</b> <b>Emotional Attention</b>
<b>Pulse Rate</b> PPG – photoplethysmogram	<b>Physiological Stress</b>
<b>Relative Depths of Breathing</b> RSP – Respiratory Rates	<b>Physiological Stress</b>

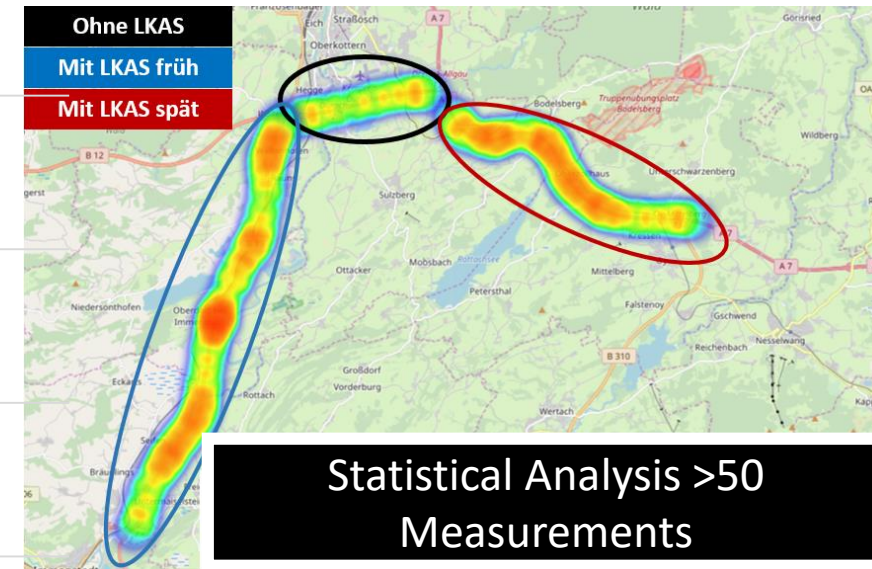
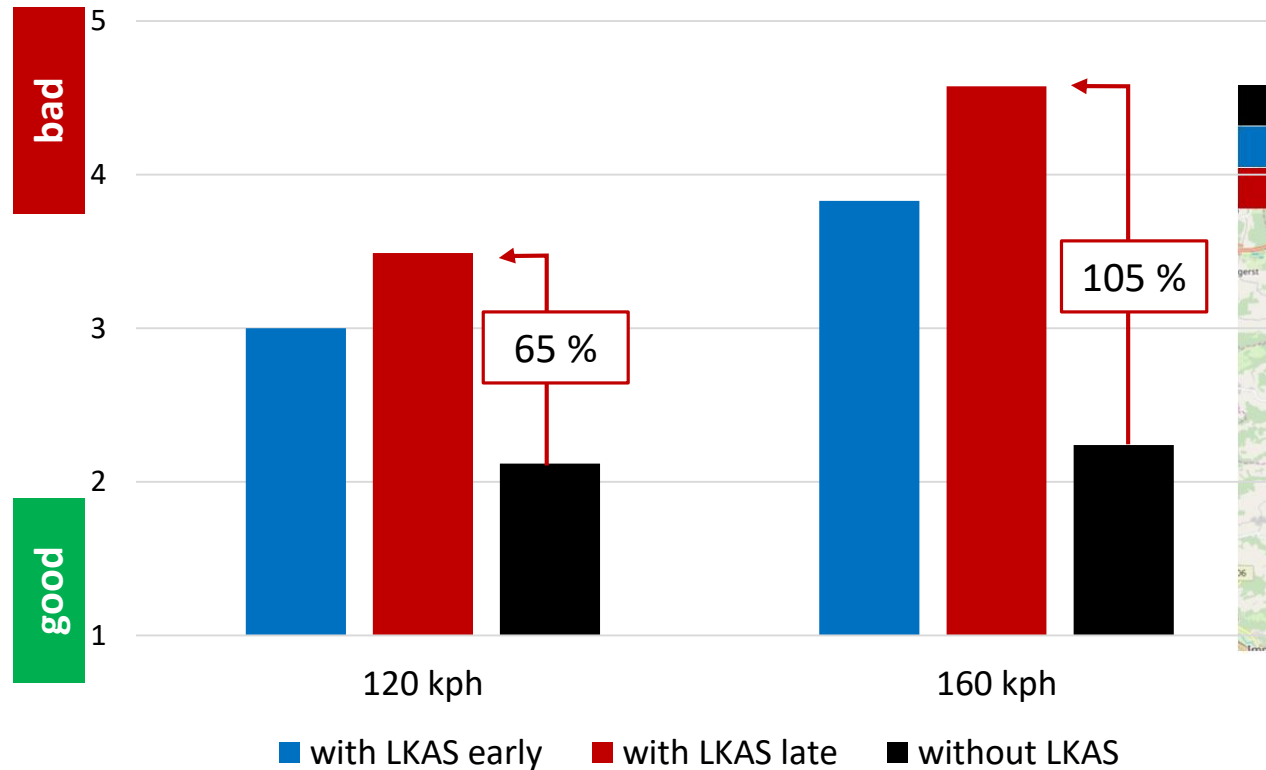
Length of the entire test track:  
70.5 km

Travel Time:  
50 minutes

## Subjects feel more stressed with LKAS instead of without LKAS

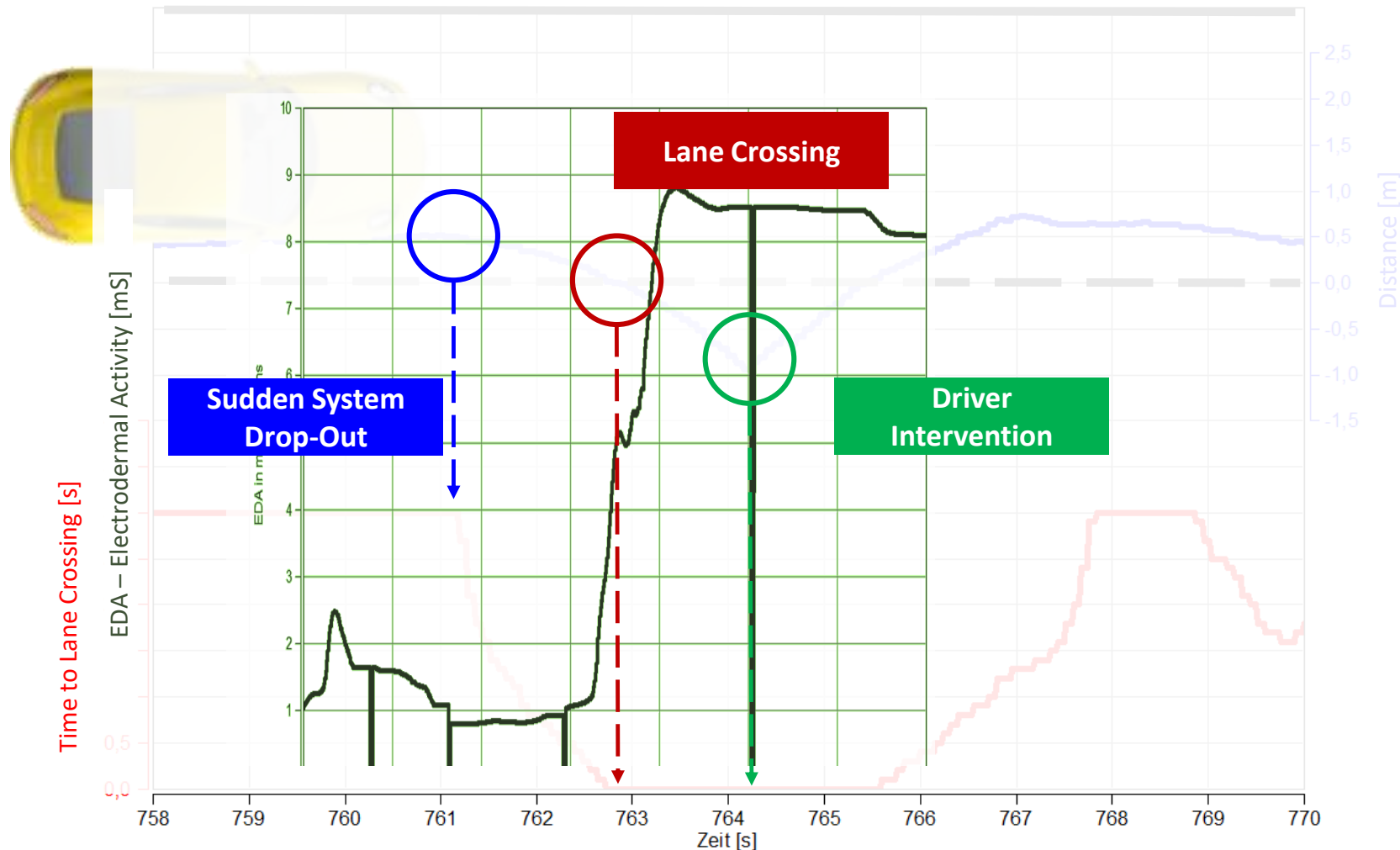


Subjectively perceived stress "with" versus "without" lane-keeping assistant

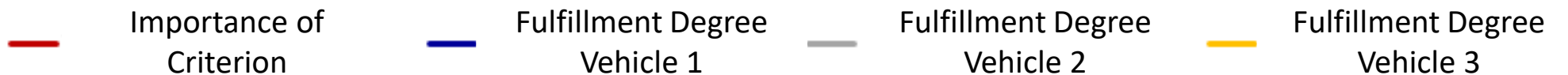
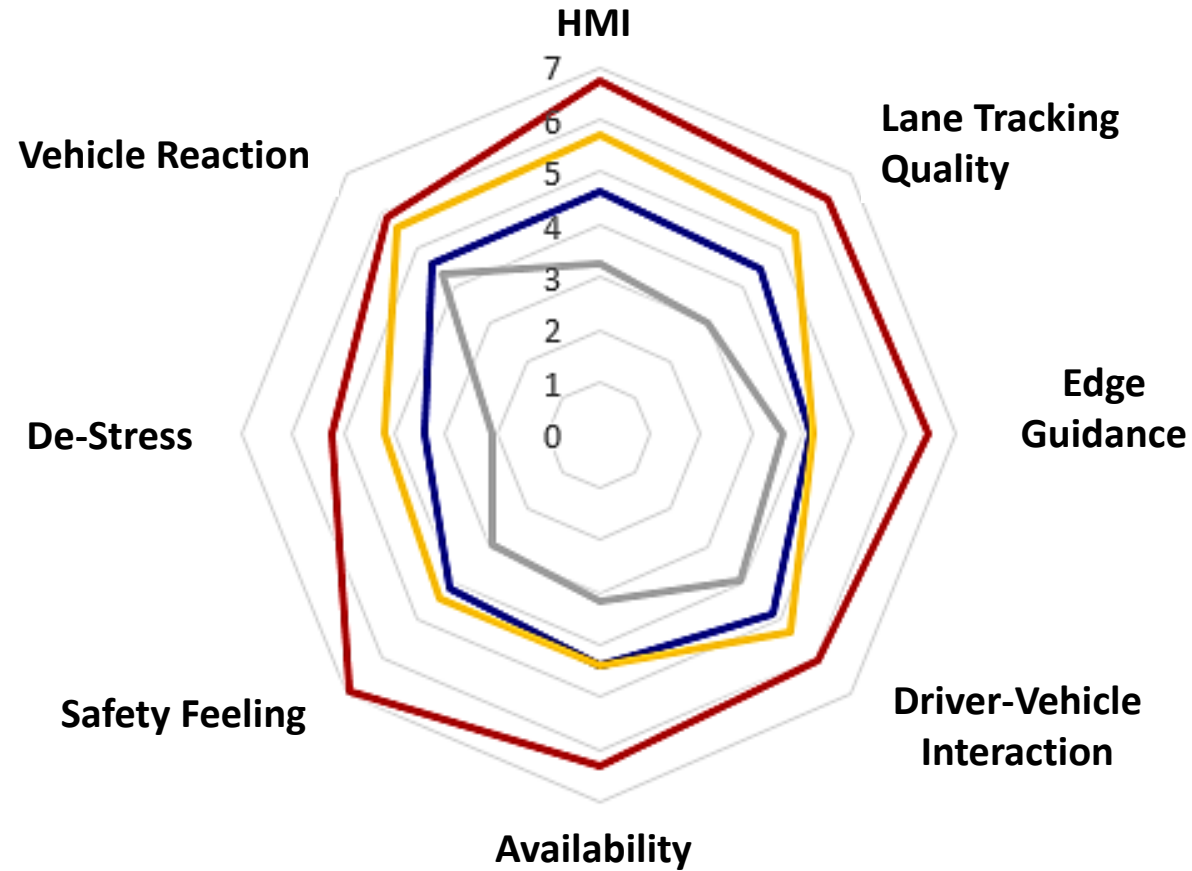




Unexpected, sudden or difficult situations leads to strongly increasing of skin wetness = **MENTAL STRESS**



## Fulfillment Degree of the systems



# Subject Studies with Customer Test Rides - Results

*"I can not believe they sell it."*

*„They did not do their homework...“*

**"This is absolutely annoying."**

„If this is a lane keeping assistant, then  
it's a joke!“

**„I can not count on it.“**

**„ The developers can not be  
satisfied with that ... "**

"You can turn that thing  
off!"

**„It drives snake lines - that's bad! "**

**„So close to the other cars - that's a bit  
scary for me ..."**

**„bothersome!“**

**„Am I the assistant or  
is it the system?“**

*„What's wrong with that?“*

**„This is a total  
disaster!“**

**„I do not trust it!“**

*„It was worth a try...“*

"I feel better when I drive myself ..."

**"I pretend it was a planned  
lane change."**

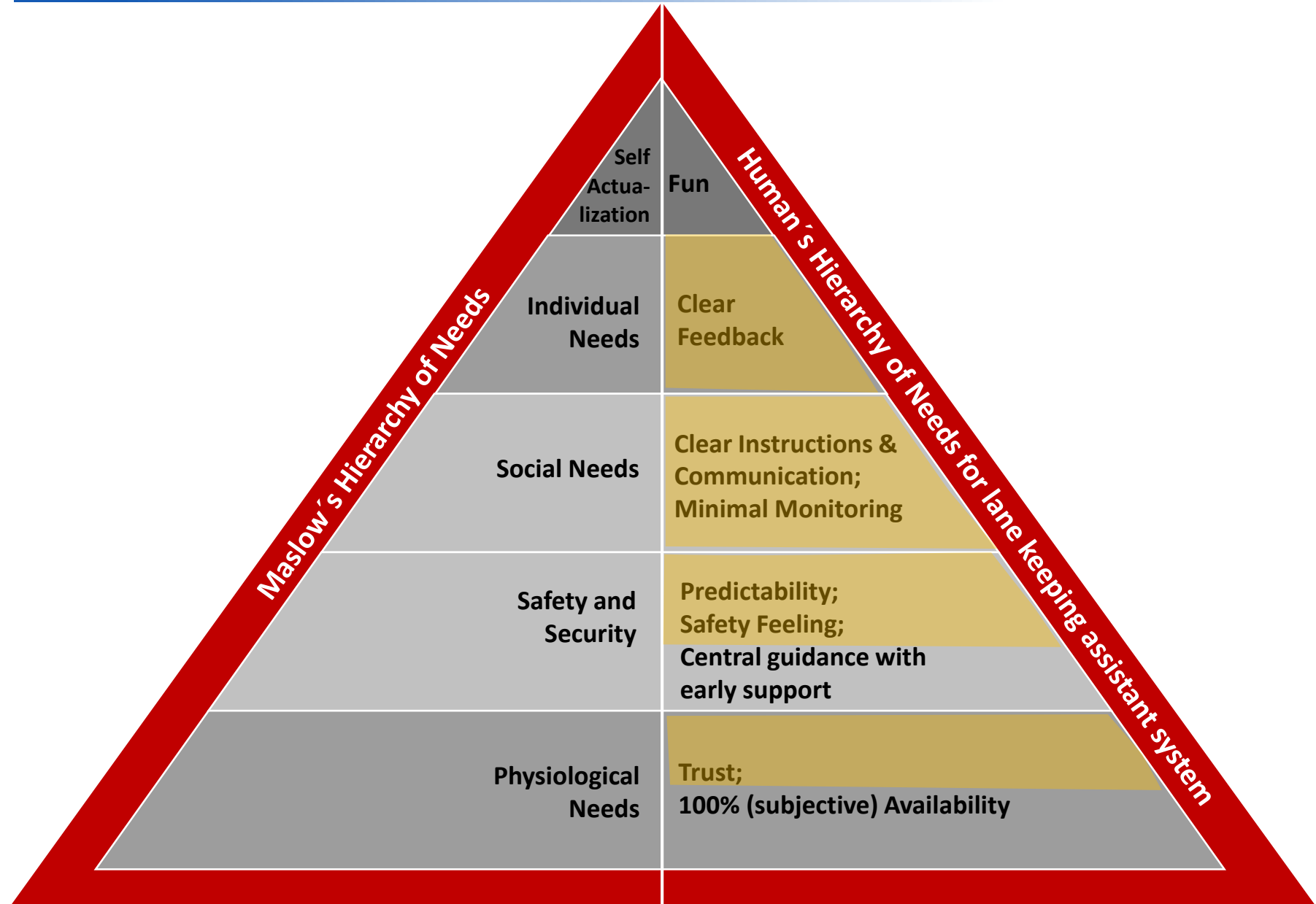


**"The most important thing about ADAS/AD  
is that it is common used.**

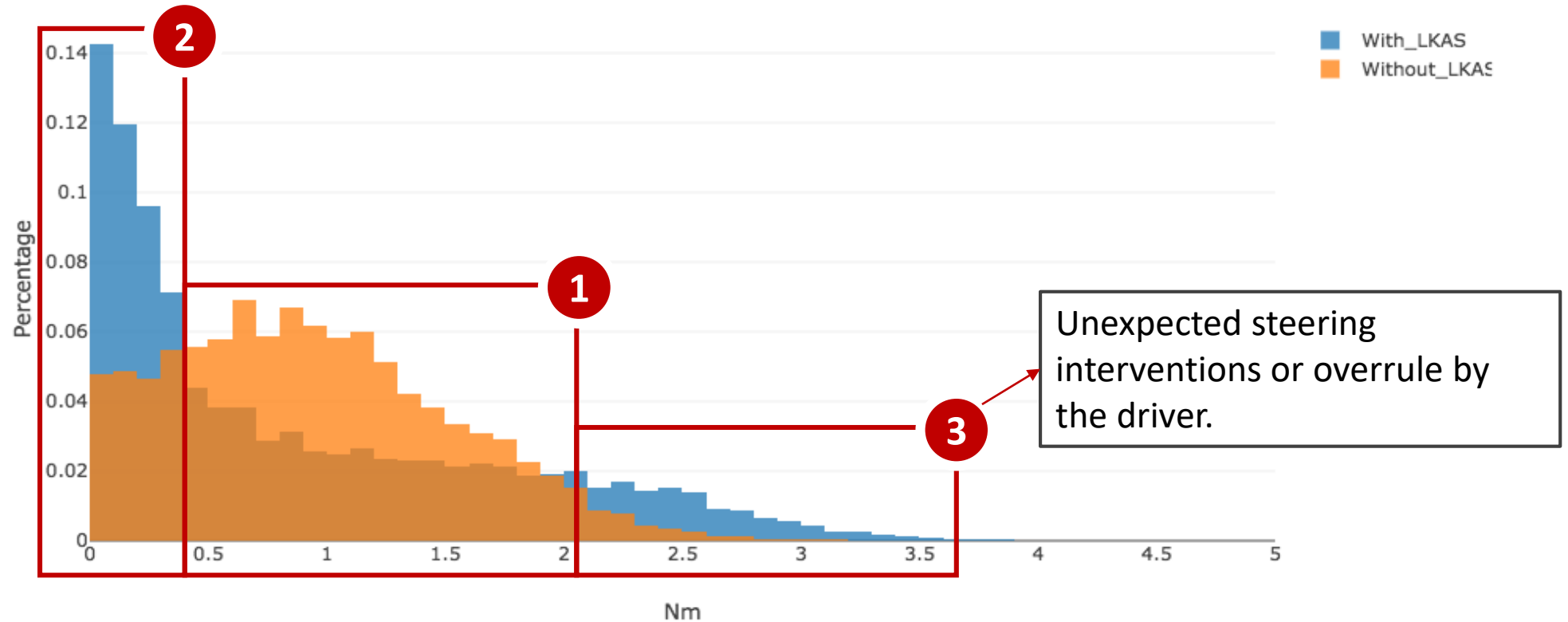
**And it's only used when it's experienced as  
usefulness and ease of use."**



# Conclusion and Outlook



## LKAS significantly reduces the steering torque effort while driving



Steering torque histogram of 50 subjects with and w/o LKAS

## Conclusion and Outlook

Consideration of **mental stress** is of immense importance for a holistic comfort assessment beside physical stress.





We want people to love cars  
in the future too!