

Master-Thesis zur Erlangung des akademischen Grades Master of Arts (M.A.)

**„Intelligenter Individualverkehr in der Zukunft“  
- Entwicklung einer lichtbasierten Mensch-Maschine  
Interaktion von Fahrerassistenzsystemen im Kontext  
manuellen und hochautomatisierten Fahrens**

Hochschule für Bildende Künste Braunschweig

Studiengang: Master Industrial Design / Transportation Design

**Institut für Transportation Design**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Braunschweig

**Institut für Verkehrssystemtechnik**

© 2014 B. Eng. Yuanyuan Liu

Erstprüfer (HBK):

Prof. Matthias Lossau

Zweitprüfer (HBK):

Prof. Dr. Wolfgang Jonas

Betreuer (DLR):

M.Sc. Marc Dziennus

Das moderne Fahrerassistenzsystem „AURA“ kommuniziert über eine innovative Innenraumbeleuchtung des Fahrzeuges mit dem Fahrer. Durch LED Lichtleisten schafft der Assistent eine abstrakte Abbildung der Umgebung in den Innenraum. Er hilft dem Fahrer, die Umgebung besser im Blick zu haben und unterstützt ihn, sicherer zu fahren.

# Abstract

In der Masterarbeit geht es um die Entwicklung einer modernen Fahrerassistenz, die als ambiente Beleuchtung in dem Innenraum des individuellen Fahrzeugs installiert ist. Als Teil des EU-Projektes Adaptive hat die Assistenz das Ziel, zukünftiges Autofahren besser zu unterstützen.

In der Analysephase wird durch eine Recherche auf die Problemstellung näher eingegangen. Dabei wird erörtert, welche Assistenz bereits auf dem Markt erhältlich ist, welche Informationen dem Fahrer geliefert werden sollten und welche Vorteile sich durch die Verwendung eines ambienten Displays ergeben. Des Weiteren wird gezeigt, wie Fahrer in bestimmten Fahrsituationen optimal durch das Ambientdisplay unterstützt werden können.

In dem Kapitel „Projektion“ geht es um konkrete Vorstellungen über die Arbeitsweise der Assistenz und wie sie aussehen könnte. Durch ein Brainstorming wurden die vorhandenen Rahmenbedingungen identifiziert und durch die Methode des Designspace festgehalten.

Anschließend kommt im dritten Kapitel die Synthese. Die Synthese stellt den Prozess zum finalen Design vor. Die neuartige Assistenz wird hier in einer innovativen Art und Weise weiterentwickelt. Die zahlreichenden Ideen wurden durch eine Probenstudie evaluiert und kompakt weiterentwickelt. Die Ergebnisse der Studie wurden als Grundlage des finalen Entwurfs verwendet.

Das finale Design wird am Ende der Arbeit detailliert dargestellt. Das Ergebnis der Arbeit wurde zusätzlich zur vorliegenden Ausarbeitung durch einen Film aufbereitet um eine anschauliche Darstellung der dynamischen Funktionsweise der entwickelten Assistenz zu schaffen.

# INHALT

<b>EINLEITUNG</b>	<b>6</b>
Vorwort	6
Projekt Adaptive	7
Problemstellung	8
Ziel und Mehrwert der Arbeit	9
Methodik	9
<b>ANALYSE</b>	<b>10</b>
Marktrecherche	10
Internet	10
Autohaus	11
Menschliche Faktoren	12
Innenraumanalyse	13
Analyse von Assistenzsystemen	14
Allgemeine Analyse	15
Schwerpunkt	16
Szenarioanalyse	16
Konflikt von Vorne	16
Spur wechseln	17
Sequenzdiagramm	18
Transition zwischen „manuell“ und „hochautomatisiert“	20
<b>PROJEKTION</b>	<b>21</b>
Amöbe-Konzept	22
Lösungsansätze	23
Brainstorminganimation	23
Designspace	25
<b>SYNTHESE</b>	<b>27</b>
Exploration des Designspace	27

Equipment- Blinkytape	27
Aufbau der Installation	28
Verschiedene Varianten	30
Die Ausgewählte Variante	30
Probandenstudie	32
Durchführung	32
Ergebnisse	33
Konzept	41
Finales Konzept	41
Namensfindung	44
Finales Design	45
Interiordesign	45
Animation	47
<b>AUSBLICK</b>	<b>49</b>
<b>ANHANG</b>	<b>50</b>
Storyboard	50
Internetquellen	53
Literaturverzeichnis	54

# EINLEITUNG

## Vorwort

Beim Entwickeln eines neuen Fahrassistenzsystems geht es nicht nur um das Design von Human-Machine-Interaktion (HMI), sondern auch um das Schaffen einer angenehmen und komfortablen Fahratmosphäre. Der Innenraum ist nicht länger nur ein geschlossener Raum, sondern wird durch die neuartige Assistenz zum Abbild der Fahrumgebung. Dadurch kann der Fahrer sicher, einfacher und komfortabler reisen.

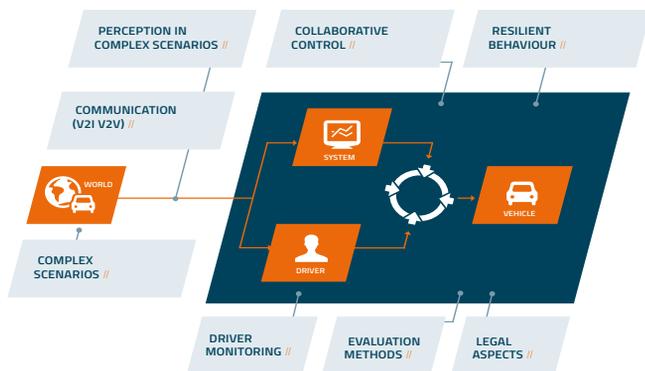
Es wird eine neuartige Fahrerassistenz benötigt, in der die Funktionen von verschiedenen Assistenzen zusammengeführt werden, um dem Fahrer die Möglichkeit zu geben, Informationen besser wahrnehmen zu können.

Die vorliegende Masterarbeit wurde am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Braunschweig geschrieben. Am Institut für Verkehrssystemtechnik forscht die Gruppe „Systemergonomie und Design“ unter der Leitung von Christian Löper (Dipl.-Ing.) an der Gestaltung neuartiger Fahrerassistenzsysteme.

Im Verlauf der Arbeit habe ich in einer interdisziplinären Gruppe gearbeitet. Dafür möchte ich mich sehr bedanken, da mir die Arbeit viel Spaß bereitet hat und ich viel von den netten Kollegen gelernt habe. Besonders möchte ich mich bei meinem Betreuer M.Sc. Marc Dziennus für die kompetente, professionelle Betreuung und Unterstützung bedanken. Ebenso danke ich Dipl.-Ing. Johann Kelsch und M.A. Raphael Haus, von denen ich viel Unterstützung im wissenschaftlichen und Designbereich bekommen und viele Erkenntnisse gelernt habe. Ich danke auch allen Beteiligten der Gruppe „Systemergonomie und Design“ für die Unterstützung während der Arbeit. Letztendlich danke ich meinen Professoren Prof. Matthias Lossau und Prof. Dr. Wolfgang Jonas für die professionelle Beratung und Unterstützung.

# EU-Projekt Adaptive

Diese Masterarbeit ist ein Teil des für 42 Monate angelegten europäischen Forschungsprojekts namens Adaptive (Automated Driving Applications & Technologies for Intelligent Vehicles). In dem Projekt werden die Funktionen der Fahrerassistenz, die teilweise automatisiert und hochautomatisiert sind, für PKW und LKW auf der Autobahn und in urbanen Szenarien getestet und weiterentwickelt. Der Fokus des Projekts liegt auf der idealen kooperativen Interaktion zwischen dem Fahrer und der Automation. Durch erweiterte Sensoren, kooperative Fahrzeugtechnologie und Interaktionsstrategien wird die Automation den verschiedenen Fahrsituationen und der Fahrerreaktion angepasst.



AdaptIVE

1 | 2

- Abb. 1. Adaptive  
Projektziele für  
Forschung und  
Entwicklung.
- Abb. 2. Adaptive Logo

Acht Fahrzeuge werden die verschiedenen Kombinationen von automatisierten Funktionen demonstrieren. Außer der technologischen Entwicklung werden im Projekt rechtliche Auswirkungen für die Hersteller und Fahrer, insbesondere auch in Bezug auf die Produkthaftung und die Straßenverkehrsregeln erforscht.

Die Ergebnisse dieser Masterarbeit liefern einen wichtigen Beitrag zu diesem Projekt.

# Problemstellung



3 | 4  
| 5  
| 6

Abb. 3. Massenhafte Kommunikationselemente in Chevrolet Orlando

Abb. 4. Knöpfe um Gangschaltung in Audi A5

Abb. 5. Kommunikationselemente\_Mittelkonsole von 2012 Buick Verano

Abb. 6. Tachometer von Acura TSX Sport 2012

Heutzutage wird das individuelle Fahrzeug intelligenter. Immer mehr unterschiedlich zu bedienende Fahrerassistenzen werden in Fahrzeugen verbaut. Es ist schwieriger für den Fahrer, die verschiedenen Informationen wahrzunehmen und zu interpretieren. Einerseits sind die Informationen zwar wichtig für die Fahraufgabe, aber zu viele Informationen könnten auch zu Ablenkung führen. Andererseits sind die Assistenzen, die es auf dem Markt gibt, sehr unterschiedlich. Jedes Automobilunternehmen hat seine eignen Assistenzfunktionen und Bedienungen. Für den Fahrer ist es manchmal schwer zu erkennen, was die verschiedenen Signale bedeuten. Dies könnte auch zu einem Unfall führen. Um Probleme dieser Art zu umgehen, wird ein integriertes Assistenzsystem benötigt, das die Funktionen verschiedener Systeme vereint und eine einheitliche Kommunikations- und Bedienungsstrategie liefert.

# Ziel und Mehrwert der Arbeit

Diese Arbeit ist sowohl eine Masterarbeit als auch eine Vorstudie des Adaptive Projekts. Das Ziel der Arbeit ist, durch wissenschaftlich fundierte Designprozesse ein neues Fahrerassistenzsystem, das als Ambientdisplay gestaltet ist, zu entwickeln. Um die oben genannten Probleme zu vermeiden, sollte das neue System dem Fahrer während der Fahrt Informationen möglichst verständlich und störungsfrei mitteilen.

Diese Arbeit beschäftigt sich sowohl mit psychologischen Aspekten (wie die Assistenz die Wahrnehmung den Menschen beeinflusst), als auch Designaspekten (wie die Assistenz ästhetisch weiter entwickelt werden kann).

# Methodik

Die Methodik der Masterarbeit vollzieht sich nach der APS Methode von Jonas (2007). Dieser Designprozess wurde in der Arbeit praktisch verwendet.

		Steps of the iterative micro process of learning / designing			
		Feeling	Watching	Thinking	Doing
Domains of design inquiry, steps / components of the iterative macro process of designing	<b>ANALYSIS</b> "the true" how it is today	How to get data on the situation as it <i>is</i> ? → data on what <i>is</i>	How to make sense of this data? → knowledge on what <i>is</i>	How to understand the situation as a whole? → worldviews	How to present the situation as <i>is</i> ? → consent on the situation
	<b>PROJECTION</b> "the ideal" how it could be	How to get data on future changes? → future-related data	How to interpret these data? → information about futures	How to get consistent images of possible futures? → scenarios	How to present the future scenarios? → consent on problems / goals
	<b>SYNTHESIS</b> "the real" how it is tomorrow	How to get data on the situation as it <i>shall be</i> ? → problem data	How to evaluate these data? → problem, list of requirements	How to design solutions of the problem? → design solutions	How to present the solutions? → decisions about <i>go / no go</i>
	<b>COMMUNICATION</b> "the driver"	How to establish the process and move it forward? How to enable positive team dynamics? How to find balance between action/reflection? How to build hot teams? How to enable equal participation? → focused and efficient teamwork			

Abb. 7. Design und Recherche Prozess von MAPS 2.0

# ANALYSE



## Marktrecherche

Das ambiante Licht ist heutzutage ein aktuelles Forschungsthema. Um einen schönen Innenraum zu schaffen, sind viele Autos auf dem Markt schon mit einem ambienten Licht ausgestattet. Jedoch sind die meisten Produkte für die Erzeugung einer angenehmen Atmosphäre ausgelegt. Die unterschiedlichen Automobilunternehmen verwenden hierfür jedoch unterschiedliche Gestaltungsansätze und verschiedene Lichtfarben.

### > Internet

Eine ambiante Beleuchtung im Auto zu integrieren, ist bereits ein beliebter Trend des Interiordesigns. Bei dem modernen Entwurf betrachtet man die ambiante Beleuchtung immer als ein cooles Stilelement. Der Fokus liegt hierbei jedoch lediglich auf dem Aussehen des Innenraums.

8  
9  
10  
11

Abb. 8. BMW Konzept-Active Tourer mit ambiante Beleuchtung

Abb. 9. Interior von Jaguar C-XF

Abb. 10. Mercedes S Klasse Coupe Konzept 2013

Abb. 11. BMW ConnectedDrive 2011



12 | 13

Abb. 12. Ambiente Beleuchtung in dem Innenraum von Mercedes S350

Abb. 13. Dashboard von Lexus RX 450h

## > Autohaus



14 | 15 Abb. 14. Einstellungsseite der ambiente Beleuchtung im Display von Mercedes S350

Abb. 15. Ambiente Beleuchtung im Innenraum von Mercedes S350

Um genauer zu untersuchen, ob das Licht auch eine Funktion haben oder ob es dynamisch gesteuert werden kann, war ich bei dem Autohaus von Lexus und Mercedes in Braunschweig.

Lexus: Auf den Fotos sehen wir, dass es bei dem Model RX 450h von Lexus kein ambientes Licht gibt. Es gibt lediglich normale Beleuchtung im Innenraum. Es wird allerdings schon Licht in einem anderen Assistenzsystem verwendet. So beispielsweise bei einer Totenwinkel-Warnung: Es gibt ein Symbol auf den Seitenspiegeln, das bei Gefahr durch ein Fahrzeug im toten Winkel aufleuchtet.

Mercedes Model: Bei Mercedes sind viele Modelle (ab S Klasse) mit dem ambienten Licht ausgestattet. Das ambiente Licht ist aber auch hier kein dynamisches Licht. Außer einem Willkommens-Effekt kann das Licht nur in einer Farbe leuchten. Der Nutzer kann die Lichtfarbe (7 Farben) und Helligkeit (5 Dimm-Stufen) einstellen oder es ausschalten. Das Ziel dieses Lichts ist lediglich, eine angenehmere Atmosphäre zu schaffen.

# Menschliche Faktoren

Die Bedienung an die menschliche Physis anzupassen, ist ein wesentliches Teil der Arbeit. Wie kann der Fahrer die Signale und Rückmeldung des Assistenzsystems wahrnehmen? Hat der Fahrer die Informationen richtig erkannt? Dies sind wichtige Fragen in Bezug auf menschliche Faktoren. In dieser Arbeit geht es um ein lichtbasiertes Assistenzsystem bzw. ein Assistenzsystem, das mit dem Fahrer durch visuelle Elemente kommuniziert.

„Farbe ist die erste visuelle Qualität, die wir eingehender besprechen, nicht weil sie unsere Umwelt so stark prägt oder weil sie so wichtig für das Überleben ist, sondern weil sie ein exemplarisches System darstellt.“ [1] (s 124)

Aus Forschungen ist hervorgegangen, „dass wir alle Farben, die wir unterscheiden können, mit den Bezeichnungen rot, gelb, grün, blau und ihren Kombinationen beschreiben können (Abramov und Gordon 1994; Hurvich 1981). „ [1] (s126) Die vier Grundfarben sind bereits durch eigene Bedeutung vorgeprägt. Zum Beispiel bedeutet die Ampelfarbe rot Stop und grün bedeutet Gehen.

Bei einem Lichtassistent geht es aber nicht nur um die Farbe, sondern auch um die Helligkeit. Eine Studie von BMW zeigte, wenn die Helligkeit der Umgebungsbeleuchtung zu hell ist, wird sie den Fahrer stören. Das Licht sollte unter 0,1 Candela pro Quadratmeter eingestellt sein, so dass man die Aufmerksamkeit auf die Kunststoffe des Innenraums behält. Dies hilft, mögliche Ablenkungen zu reduzieren. Die Studie fand auch heraus, dass, wenn diese Art von System installiert ist, die Fahrer die Beleuchtungsstärke selber steuern wollen. (Internetquelle [1])

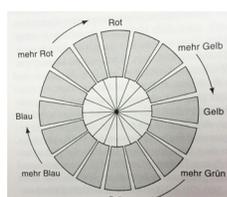
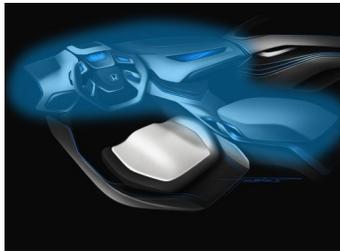
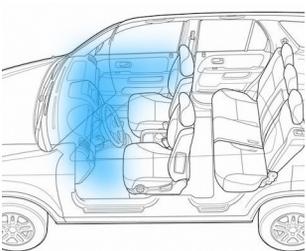


Abb. 16. Der Farbkreis. Die Farben lassen sich in diesem Kreis so anordnen, dass die vier Grundfarben bei 12, 3, 6, und 9 Uhr liegen (aus Hurvich 1981).



17  
18 | 19

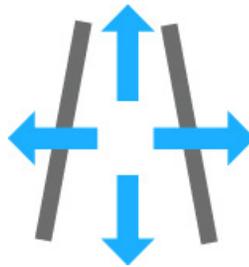
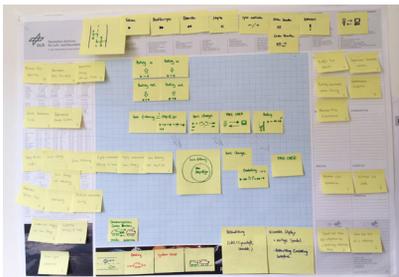
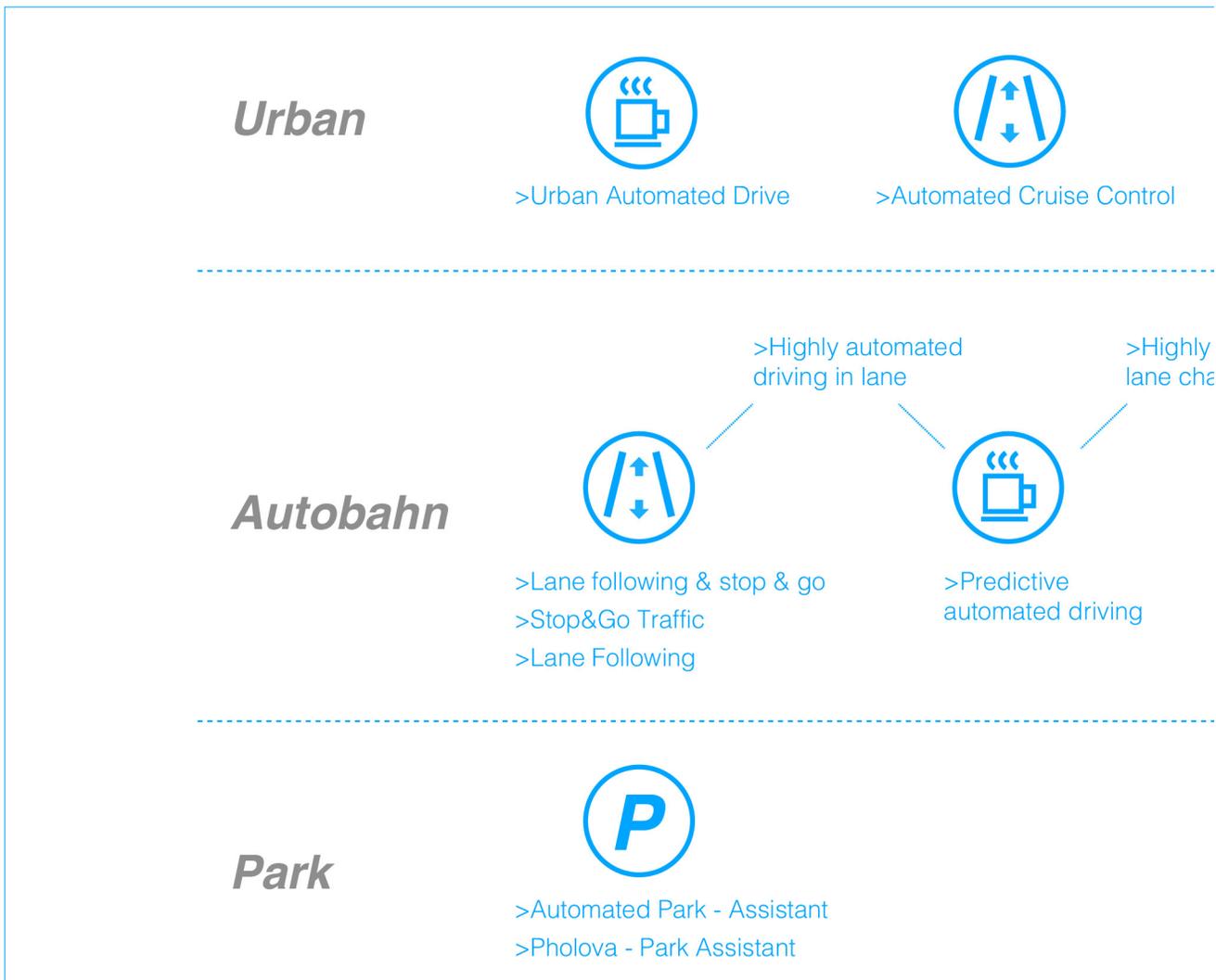
Abb. 17. Markierte wichtige Elementen in dem Innenraum eines Mercedes Autos.

Abb. 18. Elemente\_Mögliche Aufbaustelle in Honda CR-V

Abb. 19. Honda Civic 2020 Concept vonPo Design Studio

## Innenraumanalyse

Zwar sind die Innenräume der Fahrzeuge sehr vielfältig gestaltet, bestehen sie im Prinzip aber immer aus drei wichtigen Teilen: Dashboard, Mittelkonsole und Fußraum. Für das Ambientdisplay ist es wichtig, wo man es installieren kann. Die ambiente Beleuchtung soll sowohl mit dem Innenraum-Stil zusammen passen als auch gut zu erkennen sein. Da die Beleuchtung noch Funktionen hat, soll das LED Band im Sichtbereich angebracht werden. Berücksichtigt man das Tageslicht, so soll das Licht auch möglichst in Bereichen installiert werden, in denen es Schatten gibt.



20  
21 | 22

Abb. 20. Die häufig vorkommenden Assistenzsysteme

Abb. 21. Die geordneten Assistenzsysteme, die interessant werden können.

Abb. 22. Für die Quer- und Längsführung sind alle vorkommenden Assistenzsysteme verantwortlich.

automated  
merging

>Cooperative merging  
and lane change



>Lane Change  
>lane change  
& overtaking



>Cooperative  
merging of traffic



>Danger spot  
intervention

## Analyse von Assistenzsystemen

### > Allgemeine Analyse

Durch schnelle Datenverarbeitung und zuverlässige Sensoren können wir mithilfe der Fahrerassistenzsysteme sicherer fahren. Die Assistenzsysteme sind auch in der Lage, den Fahrkomfort zu steigern. Ein intelligentes Fahrzeug ist heute deswegen mit verschiedenen Assistenzsystemen ausgerüstet. Die eingeführten Assistenzsysteme ähneln sich in ihren Funktionen, da sie in der Regel beim Fahren entweder die Längsführung oder die Quersicherung bedienen.

## > Schwerpunkt

Der Mensch, der sich in dem Fahrzeug befindet, ist das Wichtigste. Die Rückmeldungen von Assistenzsystem-Informationen an den Fahrer ist deswegen der Schwerpunkt für die Entwicklung eines neuen Assistenzsystems. Mit dem Ziel ein neues Assistenzsystems zu entwickeln, das mit den Funktionen von anderen gegenwärtigen Assistenzsystemen kompatibel ist, wurde sich für die Funktionen von Spurwechseln als grundlegende Funktionen entschieden. Der Grund dafür ist, dass eine große Menge von Informationen bzw. Rückmeldungen beim Spurwechsel entstehen. In der Arbeit wurde das Spurwechselmanöver als Schwerpunkt für die Entwicklung des Assistenzsystems verwendet.

# Szenarioanalyse

## > Konflikt bei Längsführung

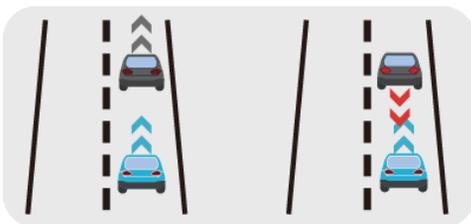
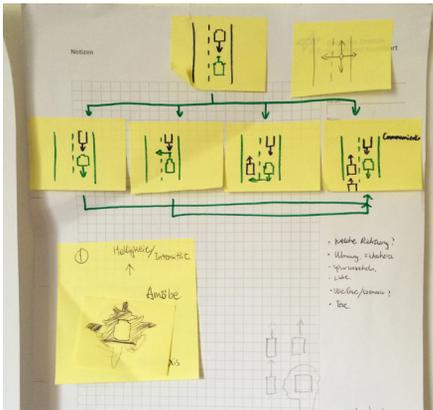


Abb. 23. Das vorausfahrende Fahrzeug bremst. Hierdurch entsteht ein Konflikt für das Egofahrzeug.

Man fährt ein intelligentes Fahrzeug auf einer Straße, die aus mindestens zwei Spuren besteht. Wenn das vorausfahrende Fahrzeug nun abbremst, entsteht ein Konflikt für das Egofahrzeug. Das Assistenzsystem informiert den Fahrer darüber, dass die Distanz zwischen den Fahrzeugen abnimmt und kritisch zu werden beginnt.

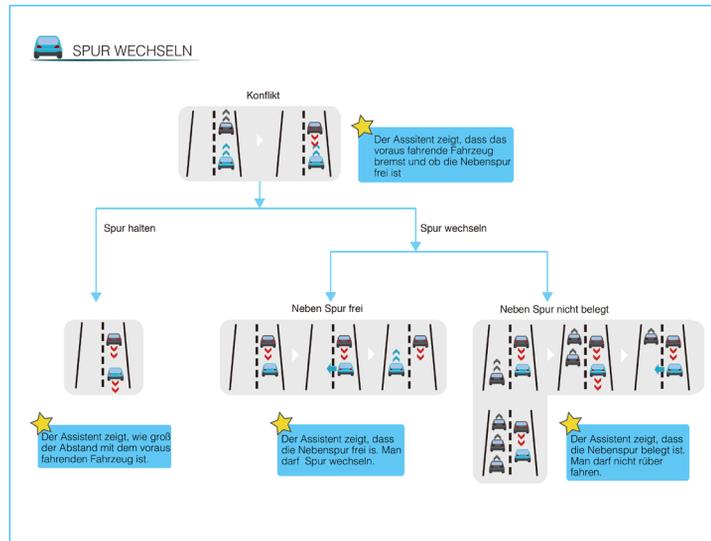
In diesem Szenario soll die Anzeige den Fahrer rechtzeitig informieren, dass in der Längsführung Gefahr entsteht. Die Zunahme der Kritikalität soll durch zunehmende Verfärbung dargestellt werden.



24 | 25

Abb. 24. Mögliche Situationen beim Spurwechsel

Abb. 25. Darstellung eines Spurwechsel-Szenarios



## > Spur Wechseln

Wenn beim Spurwechseln ein Konflikt in der Längsführung eintritt, hat der Fahrer folgende Möglichkeiten:

1. Das Ambientdisplay warnt den Fahrer, dass er bremsen muss, um eine Kollision zu vermeiden. Dem Fahrer wird bewusst, dass er bremsen muss und er beginnt zu verzögern. Der Fahrer möchte die Spur nicht wechseln und das Ambientdisplay hilft ihm, das Beschleunigungs- und Bremsverhalten zu regulieren.
2. Der Fahrer möchte die Fahrspur wechseln. Das Ambient Display hat ihn darüber informiert, dass es auf der linken/ rechten Spur eine Lücke gibt. Er fährt links/ rechts.
3. Der Fahrer möchte die Fahrspur wechseln. Das Ambientdisplay informiert ihn, dass die linke/ rechte Spur von Fahrzeugen befahren wird und es demzufolge keine Lücke gibt. Der Fahrer muss bremsen und warten bis das Ambientdisplay anzeigt, dass links/rechts eine Lücke frei ist.

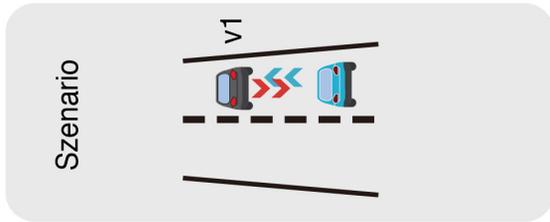
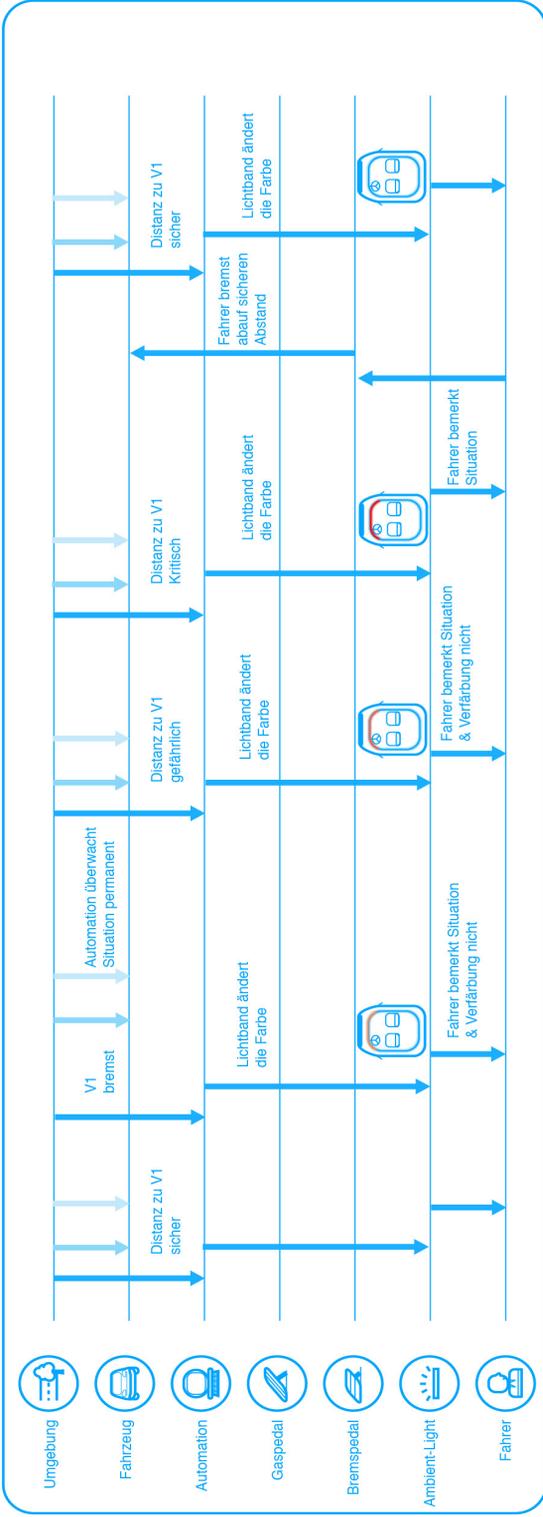
4. Der Fahrer möchte die Fahrspur wechseln. Zwar ist die linke/rechte Spur gerade frei, jedoch nähert sich ein schneller fahrendes Fahrzeug von hinten. Das Ambientdisplay informiert den Fahrer über diese Gefahr und er muss warten bis der Assistent zeigt, dass es links/rechts frei ist.

Der Assistent soll in diesen Situationen immer aktiv bleiben und den Fahrer rechtzeitig darauf hinweisen, ob es in der Quer- oder Längsführung Gefahren gibt oder nicht. Die Informationen beider Richtungen sollen räumlich getrennt dargestellt werden. Die positiven und negativen Hinweise sollen unterschiedlich dargestellt werden. Außerdem soll verdeutlicht werden, wie kritisch eine Situation ist.

## > Sequenzdiagramm

Ein Sequenzdiagramm ist eine Darstellung einer Interaktion. Im Bereich des Interaktionsdesigns zeigt ein Sequenzdiagramm, wie der Austausch von Informationen zwischen der Umgebung, dem Fahrzeug und dem Fahrer aussieht, um die Kommunikation zwischen Menschen und Maschinen besser zu gestalten. Mithilfe eines Sequenzdiagramms hat man einen Überblick über das ganze Szenario, so dass die Verhältnisse der Menschen und die Aktivitäten der Automation überschaubar sind. Damit können alle wichtigen Faktoren eines Assistenzsystems berücksichtigt werden.

Sensoren überwachen Distanz zu V1



Sensoren überwachen Distanz zu V1 & V2

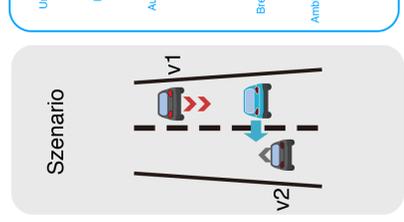
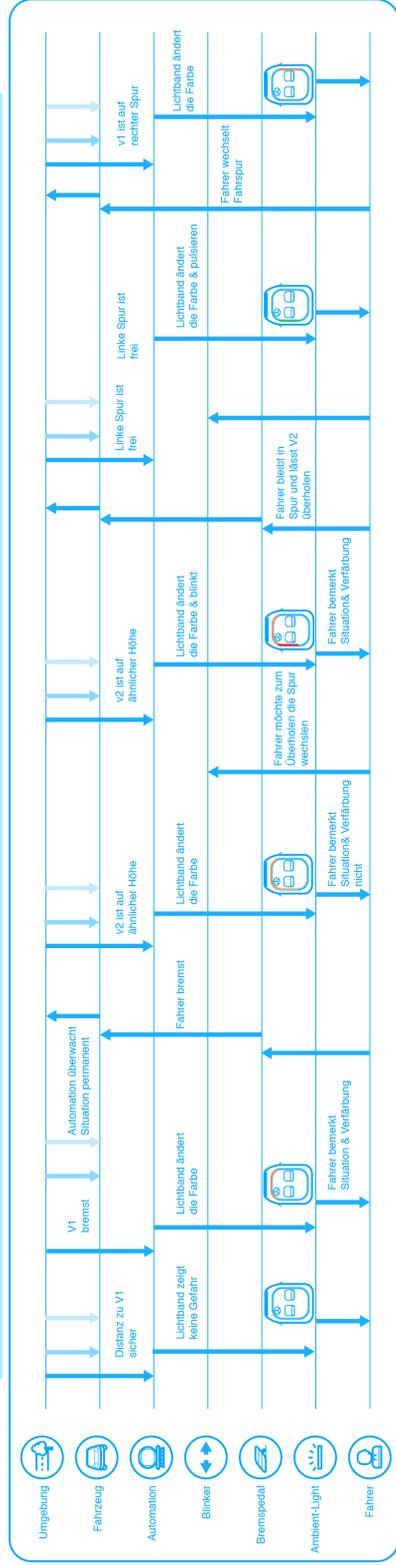


Abb. 26. Sequenzdiagramm für die entsprechenden Situationen

> Transition zwischen „manuell“ (M) und „hochautomatisiert“ (HA)



Abb. 27. Per Knopfdruck wird der Fahrerassistent gewählt oder der Fahrmodus gewechselt.

Das Fahrzeug der Zukunft verfügt über einen hochautomatisierten Fahrmodus. Das heißt, dass das Fahrzeug in der passenden Umgebung automatisiert fahren kann. Der Fahrer kann in dieser Zeit die Fahraufgabe komplett an die Automation abgeben. Statt das Auto zu fahren, kann der Fahrer sich entspannen oder Nebentätigkeiten nachgehen. Jedoch birgt der Moduswechsel auch manche Risiken/Gefahren. Fahrer und Automation müssen sich jederzeit über ihre jeweilige Rolle und deren Anforderungen im Klaren sein. Damit eine Übergabe der Fahraufgabe (Transition) reibungslos realisiert werden kann, muss die Automation dem Fahrer kontinuierlich Rückmeldung geben.

Hierbei muss Folgendes beachtet werden:

- a. Wie und wann kann der Fahrer den hochautomatisierenden Modus aktivieren?
- b. Wie erkennt man, ob die Fahraufgabe übernommen ist.
- c. Was passiert, wenn die Übergabebedingungen nicht erfüllt sind?



Abb. 28. Fotomontage- Innenraum des Mercedes S500 mit ambienten Beleuchtung

## PROJEKTION

In der Analysephase haben sich eine Menge Erkenntnisse aus dem Bereich des automatisierten Fahrens, des Designs, der Human Factors Forschung ergeben. Auch die grundlegenden Rahmenbedingungen und der Schwerpunkt des Konzepts wurden festgelegt.

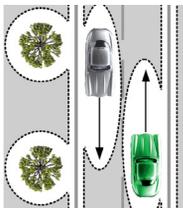
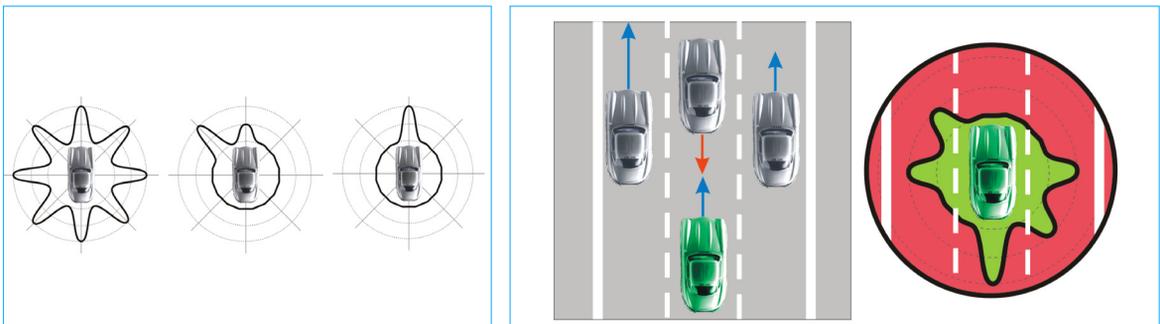
Die Projektion stellt Möglichkeiten vor, wie das Assistenzsystem aussehen könnte. Aus dem Amöbe-Konzept vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, das

als eine Art Grundkonzept diente, entstanden Anregungen für weitere Konzepte. Eine Reihe von Lösungsansätzen wurde mithilfe von kleinen Animationen und Brainstorming gesammelt. Anschließend wurden die zahlreichenden Lösungen durch Designspace in verschiedene Kategorie eingeordnet.

## Amöbe-Konzept

Dieses Konzept beschreibt ein Naturalistic Display, welches die Umwelt als ein Gefahrenfeld darstellt. „Jedem potenziell gefährlichen Objekt aus der Umwelt wie einem fremden Fahrzeug, einem Straßenrand etc. wird ein Gefahrenpotential zugewiesen mit der Eigenschaft, ein Gefahrenfeld auszustrahlen.“ [2]

Die Idee, die Beleuchtung im Innenraum des Fahrzeuges 360 Grad herum zu installieren, ist durch dieses Konzept entstanden.



29 | 30  
31 |

Abb. 29. Das Naturalistic Display zeigt, wo potenzielle Gefahr entstehen wird.  
Beispiel einer komplexen Verkehrssituation und das entsprechende

Abb.30. Naturalistic Display

Abb.31. Gefahrenfeld (weiß)

# Lösungsansätze

Die ausgewählten Szenarien habe ich durch Videos animiert und dadurch zahlreiche Ideen gesammelt. Fokus lag auf der Frage, wie das Display dem Fahrer die wichtigen Informationen einfach und verständlich anzeigen könnte. Adobe After Effect eignete sich sehr gut für das schnelle Ausprobieren von dynamischen Darstellungen.

## LÖSUNG:

- Es gibt eine permanente und konstante Beleuchtungen.
- Die ambiante Beleuchtung wurde 360 Grad im Fahrzeuginnenraum installiert.
- Das Assistenzsystem war in der Lage, die Quer- und Längsführung zu übernehmen.
- Eskalationsstufen für Warnungen wurden für zunehmende Kritikalität verwendet.

## > Brainstorminganimation

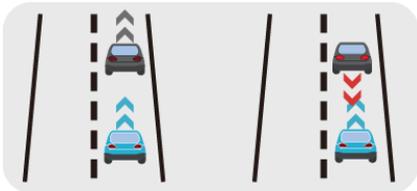


Abb. 32. Das Ego Fahrzeug befindet sich in einer Konfliktsituation.

Abb.33. Screenshot einer Animation für die Lösung.

32 | 33

## LÖSUNGEN FÜR KONFLIKT VON VORNE:

Das Lichtband leuchtet von vorne im Grundzustand leicht blau. Wenn das vorausfahrende Fahrzeug bremst und man sich dem vorausfahrenden Fahrzeug nähert, leuchtet das Lichtband vorne rot und blinkt. Je näher sich das Egofahrzeug und das vorausfahrende Fahrzeug kommen, desto schneller blinkt das Lichtband. Wenn man dem vorfahrenden Fahrzeug ganz nah ist, leuchtet es stark rot. Reagiert der Fahrer nicht, wird eine Notbremsung ausgeführt. Wenn das Egofahrzeug wieder einen sicheren Abstand zu dem vorfahrenden Fahrzeug hat, leuchtet das Band wieder leicht blau.

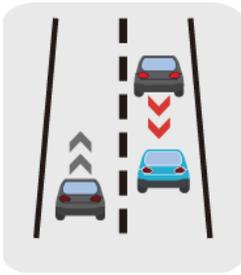


Abb. 34. Ein Auto auf der Nebenspur überholt das Egofahrzeug  
Abb.35. Animation einer Lösung

34|35

## LÖSUNG FÜR DIE SITUATION, DASS EIN FAHRZEUG SEITLICH SCHNELL ÜBERHOLT IST:

Das seitliche Licht leuchtet im Grundzustand blau. Blau bedeutet, dass es keine Gefahr gibt.

- Wenn ein Fahrzeug sich seitlich schnell nähert, ändert sich das Licht von hinten nach vorne rot.
- Wenn ein Fahrzeug von der Seite schnell vorbeikommt, leuchtet das Licht von hinten nach vorne rot und pulsiert.
- Wenn ein Fahrzeug sich seitlich schnell nähert, blinkt das Lichtband seitlich rot.
- Wenn ein Fahrzeug sich seitlich schnell nähert, blinkt Punkt für Punkt seitlich rot und pulsiert.



Abb. 36. Die Nebenspur ist belegt.

Abb.37. Screenshot einer Animation für die Lösung

36|37

## LÖSUNGEN FÜR EINE BELEGTE FAHRSPUR:

Das seitliche Licht leuchtet im Grundzustand blau.

- wenn es auf der benachbarten Fahrspur keine Lücke oder eine zu kleine Lücke gibt, leuchtet das Seitenlicht rot.
- wenn es auf der benachbarten Fahrspur eine Lücke gibt, blinkt das Lichtband seitlich rot.

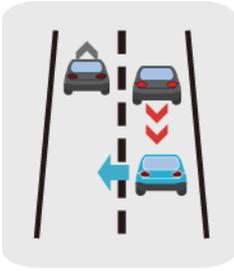


Abb. 38. Die Nebenspur ist frei.

Abb.39. Screenshot einer Animation für die Lösung

## LÖSUNG FÜR BENACHBARE FAHRSPUR FREI:

- Wenn eine entsprechend große Lücke vorhanden ist, leuchtet das seitliche LED Band grün.
- Wenn eine entsprechend große Lücke vorhanden ist, leuchtet das seitliche LED Band blau.
- Wenn eine entsprechend große Lücke vorhanden ist, blinkt wiederholend ein Punkt nach dem anderen der vorderen Seite bis nach hinten.

## Designspace

Im Folgenden werden die relevanten Variablen in einem Designspace angeordnet. Im dem Designspace werden die wichtigen Variablen und deren Inhalt gezeigt. Der Designspace hilft dem Entwickler, einen Überblick über die gesamte Variantenvielfalt zu haben.

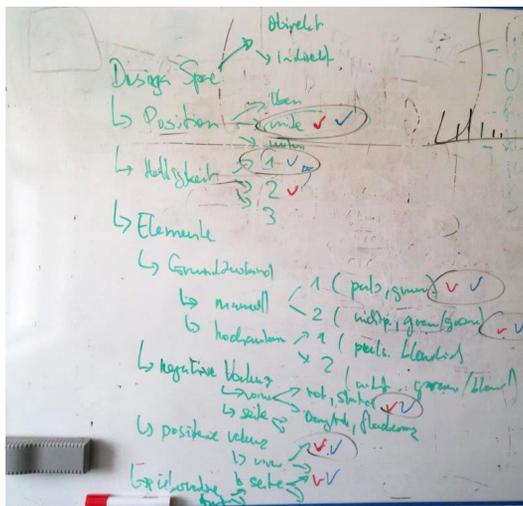


Abb. 40. Die zu testenden Variablen wurden im Designspace eingeordnet.

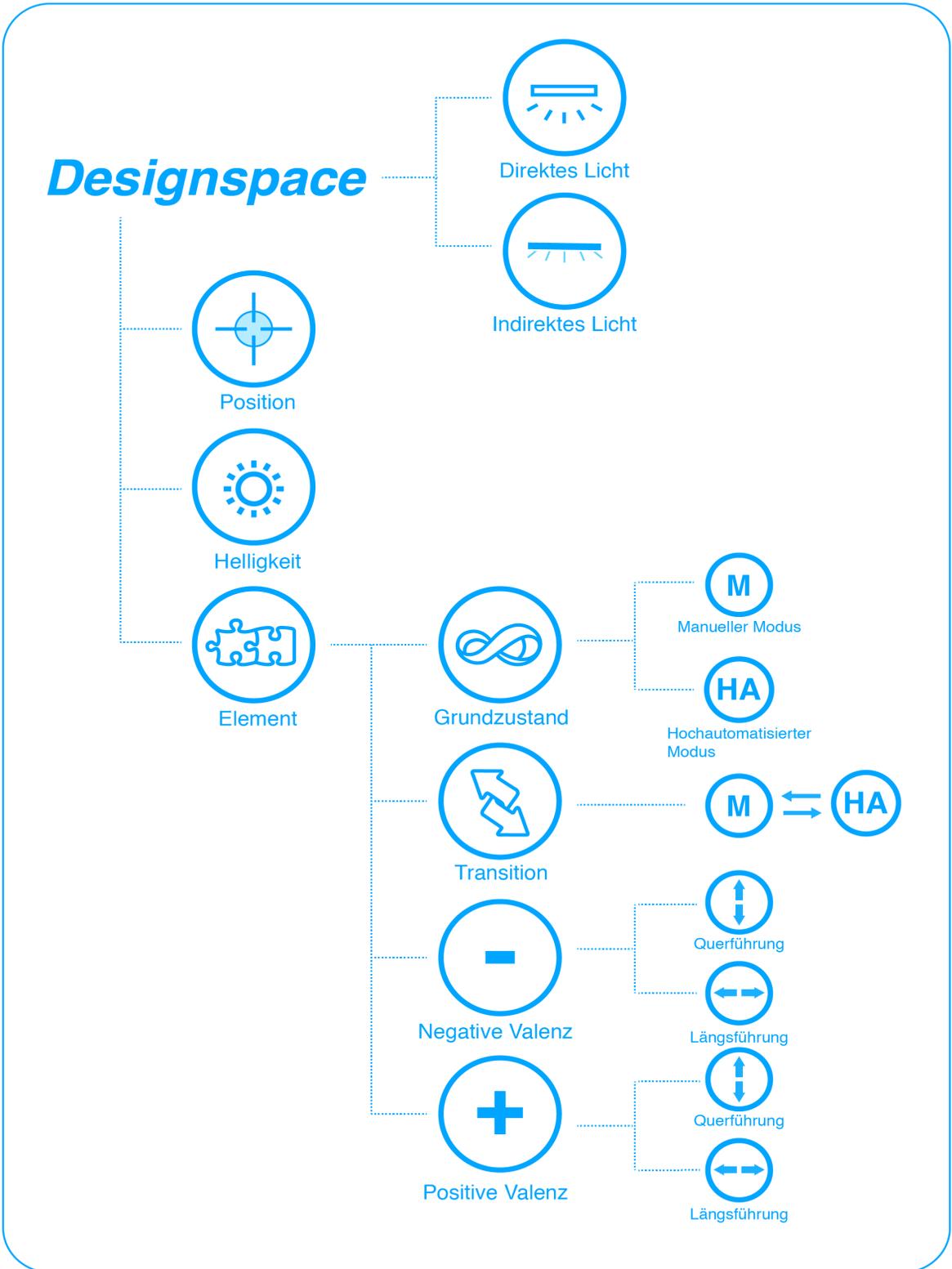


Abb. 41. Die Darstellung des Designspaces

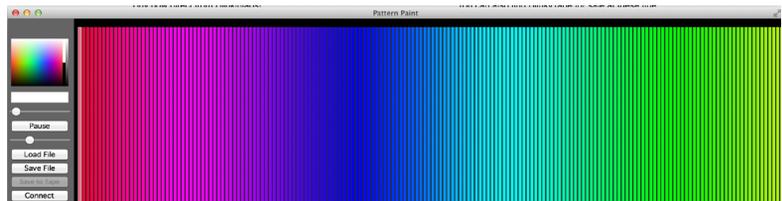
# SYNTHESE

Aus den Erkenntnissen der Analyse und der Projektion ergibt sich die Möglichkeit, die Ideen zu überprüfen und auch ein entsprechendes Konzept zu entwerfen. Die Anzahl aller Projektideen wurden durch eine Testphase reduziert. Die verbleibenden Ideen wurden in einer Probandenstudie weiter überprüft. Mit den Ergebnissen und den Verbesserungsvorschlägen wurde ein Finalkonzept festgelegt. Das finale Konzept wurde designt und mithilfe eines Films dargestellt.

## Exploration des Designspace

In dieser Phase wurden die Anzahl der durch das Brainstorming entstandenen Ideen zusammengetragen mit Hilfe der Methode Designspace reduziert.

### > Equipment- BlinkyTape



42 | 43 *Abb. 42. BlinkyTape*

*Abb. 43. Steuerungsprogramm für BlinkyTape*

Das Equipment, das zum Test und auch später während der Studie verwendet wurde, hieß „BlinkyTape“. BlinkyTape ist ein LED Lichtband, welches alle RGB Farben darstellen kann. Außerdem hat das LED Band 5 Helligkeitsstufen, mit deren man die Helligkeit einstellen kann. Das Band kann man an einen Computer anschließen und mit Hilfe eines Programms die LEDs einzeln ansteuern. Ein beliebiges Bild im PNG Format kann durch das Programm auf dem Band gespeichert und angezeigt werden.

## > Aufbau der Installation

Die Installation des Lichtbandes wurde in dem Mock-Up Simulator aufgebaut. Der Mock-Up ist ein autotypisch aussehender Simulator des DLR, mit dem viele neu entwickelte Assistenzsysteme schnell übergeprüft werden können. In dem Aufbauprozess ist die Position und Helligkeit, welche in dem Versuch weiter überprüft werden, schon bereits festgelegt.

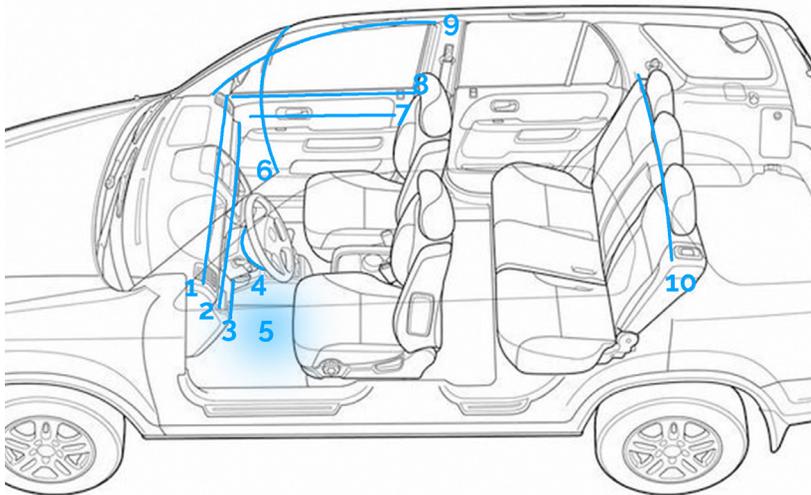


Abb. 44. Markierte getestete Stellen in Innenraum von Honda CR-V



Abb. 45. Das direkte Licht wurde auf dem Dashboard aufgebaut und getestet.

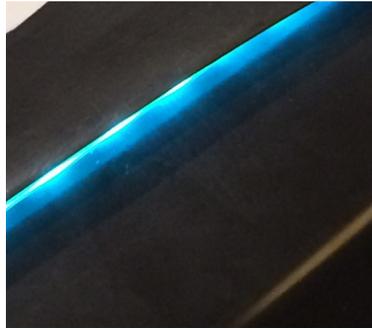
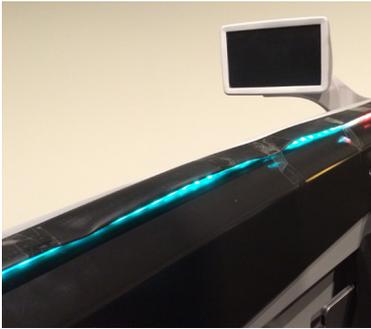


Abb. 46. Die Positionen bzw. Dach und A Säule wurden mit direktem Licht getestet.



Abb. 47. Die Position hinten wurde mit direktem Licht getestet.

Das direkte Licht war einerseits zu auffällig (ebenfalls auf der niedrigsten Helligkeitsstufe), andererseits waren die einzelnen Lichtpunkte des Bandes zu sehen, was nicht optimal war, da man so kein gleichmäßiges Licht wahrnehmen konnte.

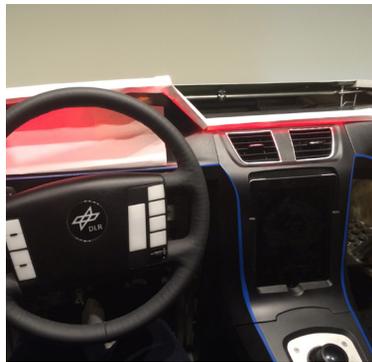


48 | 49 | 50  
51 | 52

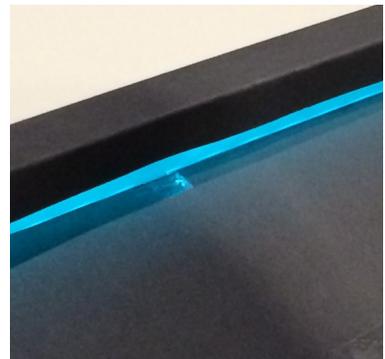
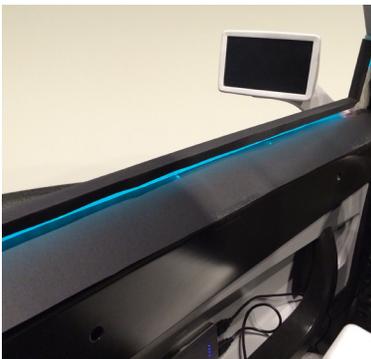
Abb. 48. Aufbau des indirekten Lichts mit Fahrradschlauch.

Abb. 49. Das indirekte Licht strahlt aus.

Abb. 50.- Aufbau des indirekten Lichts mit Papier.



Zur Verwirklichung einer indirekten Beleuchtung wurden unterschiedliche Materialien ausprobiert um das indirekte Licht am besten und auch am einfachsten abzubilden. Letztendlich wurde die indirekte Beleuchtung mit Hilfe von dickem schwarzem Papier erzeugt. Das schwarze Papier ist einerseits hart genug um in Form zu bleiben, lässt sich aber bei Bedarf auch leicht verbiegen. Darüberhinaus hat das Papier eine matte Oberfläche. Mit dieser Eigenschaft sieht das Licht gleichmäßig aus (ohne die einzelnen Lichtpunkte). Die schwarze Farbe ist nicht transparent und verglichen mit dem direkten Licht ist es auch nicht so auffällig. Deshalb wurde sowohl in der Exploration als auch in der Studie dasselbe Material verwendet.



53 | 54 | 55

Abb. 53. - Aufbau des indirekten Lichts mit dicken schwarzen Papier

## > Verschiedene Varianten

Neben der Position und Helligkeit des Lichtbandes wurden unterschiedliche Varianten für Grundzustand, Kontrollübergabe, Warnung und auch Empfehlung getestet.

Durch den Versuch wurden entsprechende Informationen, die bei der Gestaltung der Beleuchtung helfen können, untersucht. Zum Beispiel, kann man durch ein starkes Blinken sofort Aufmerksamkeit gewinnen. Die Augen folgen der Beleuchtung. Zu helles Licht wirkt nervös.

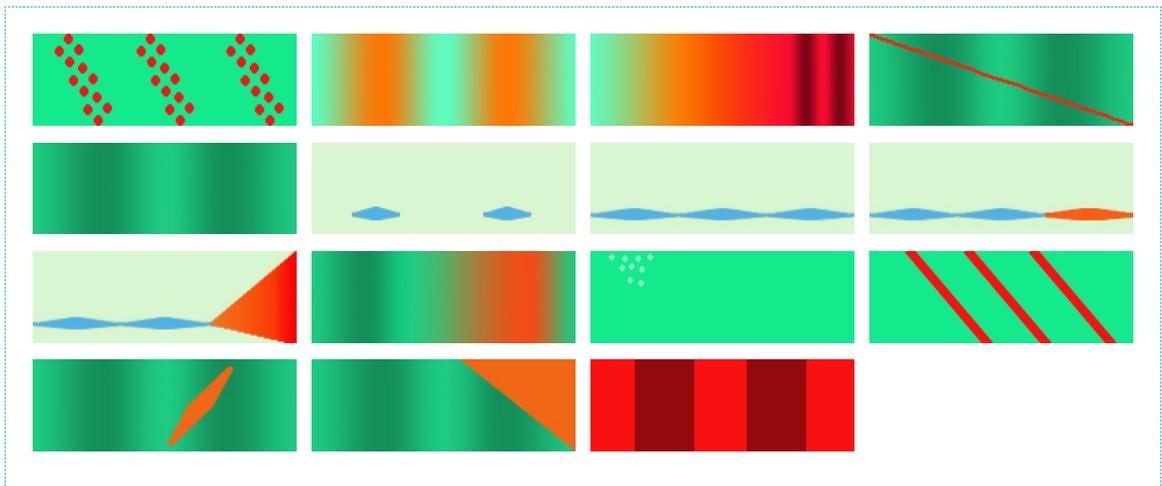


Abb. 56. Die getesteten Muster die in das BlinkyTape eingelesen wurden.

## > Die ausgewählte Variante

Die ausgewählten Varianten sind durch Designspace, Abbildung und die passende Farbmuster nachfolgend dargestellt.

# Designspace

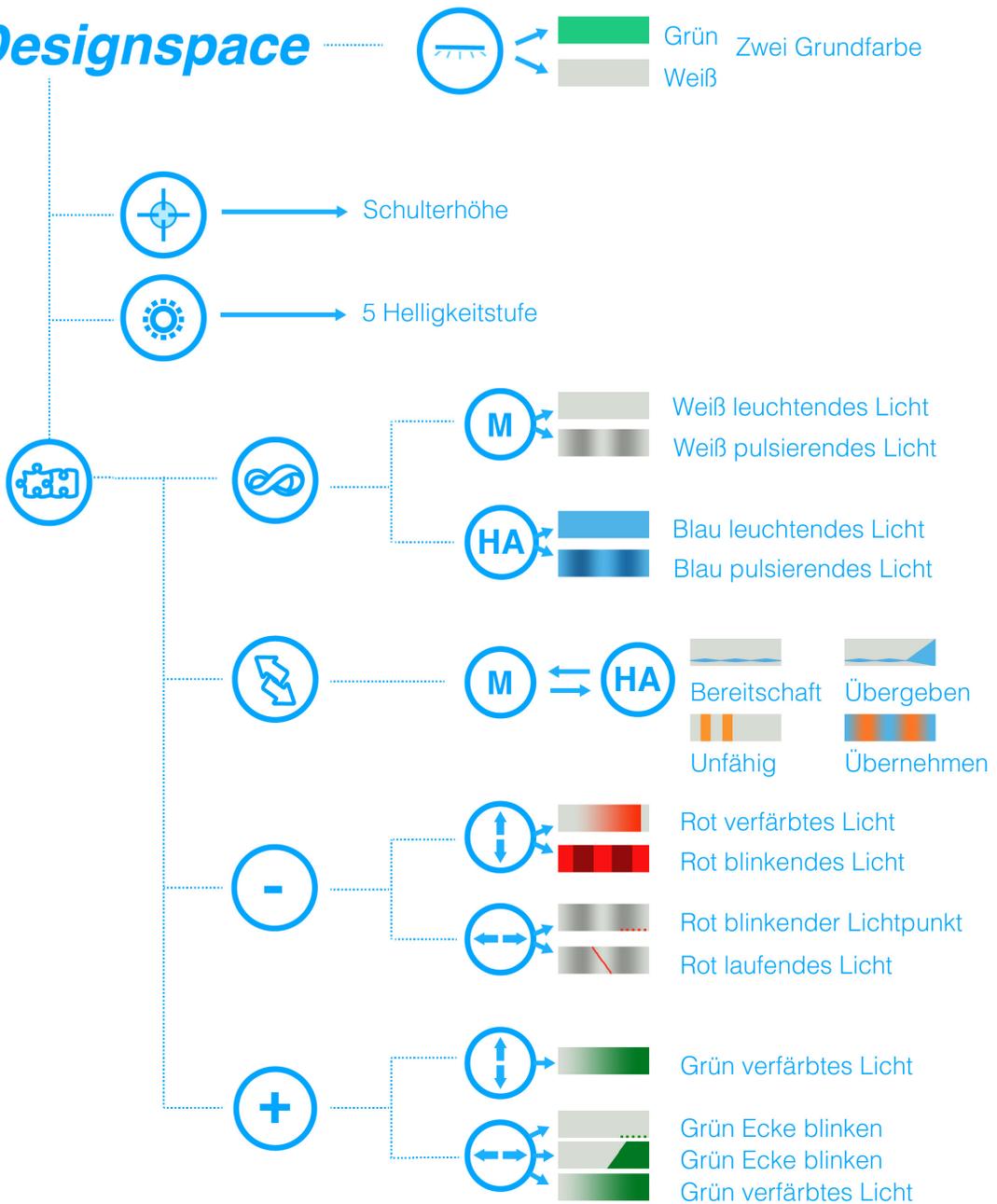


Abb. 57. Die in Designspace eingeordneten Varianten, die im Versuch verwendet wurden.

# Probandenstudie

Die Studie wurde im dem Mock-Up Simulator im VR Labor durchgeführt. Im VR Labor ist es möglich, ein Szenario auf einer 360 Grad Projektionsfläche einzublenden. Für unsere Studie simulierten wir eine zweispurige Autobahn. Die oben ausgewählten Varianten wurden hier mit 8 Probanden getestet. Es wurde je ein Blinky Tape auf dem Cockpit und neben dem linken Fenster (auf Schulterhöhe) aufgebaut.



<sup>58</sup>/<sub>59</sub> Abb. 58. Das VR-Labor in DLR

Abb. 59. Das Innenraum des Modular Mock-up Simulator in DLR

## > Durchführung

Die Studie bestand aus 5 Phasen und wurde in ca. 90 min mit n=8 Versuchspersonen (VP) in dem VR Labor des DLRs durchgeführt. Ziel war es, die erarbeitete Beleuchtung in verschiedenen Varianten zu testen. Als erstes wurden die Probanden gebeten, eine der zwei Grundfarben auszuwählen. Danach wurden die 5 Helligkeitsstufen mit den Probanden durchgegangen und sie wurden gefragt, welche Stufe für sie beim Fahren gut zu erkennen ist und wenig stört. Die verschiedenen Beleuchtungen, wie von Grundzustand Manuelles Fahren und hochautomatisierten Fahren, Transition, Warnung und Empfehlung wurden



Abb. 60. Die Studie wurde als Interview durchgeführt.

Wie ansprechend ist für Sie?								
	sehr	ziemlich	eher	neutral	eher	ziemlich	sehr	
Nicht ansprechend	-3	-2	-1	0	1	2	3	ansprechend

Wie verständlich ist für Sie?								
	sehr	ziemlich	eher	neutral	eher	ziemlich	sehr	
Nicht verständlich	-3	-2	-1	0	1	2	3	verständlich

60|61

Abb. 61. Die im Versuch benutzte Skala

den Probanden gezeigt. Die Probanden wurden dann ohne eine Erklärung zu den Beleuchtungen befragt, was sie glauben, was die Beleuchtungen bedeuten könnten. Die Idee hinter den Beleuchtungen wurde danach erklärt und der Proband sollte die Beleuchtung auf einer Skala von -3 bis +3 bewerten.

## > Ergebnis

### 1. Grundfarbe für manuellen Modus

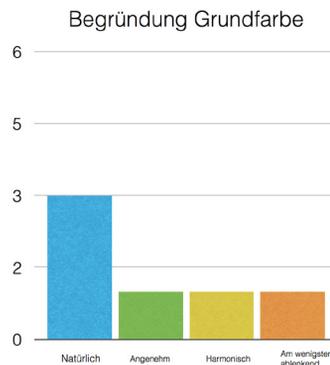
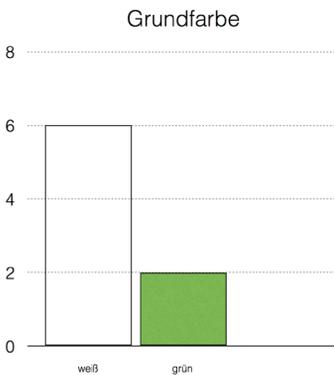


Abb. 62. Anzahl der Probanden für die Grundfarbe des manuellen Modus

Abb. 63. Die Begründung, warum weiß ausgewählt wurde.

62|63

## 2. Gewünschte Helligkeitsstufe

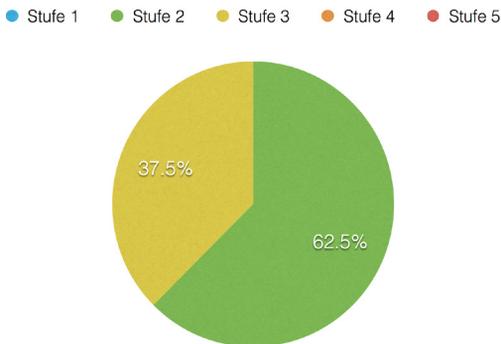


Abb. 64. Verteilung der Probanden auf die verschiedenen Helligkeitsstufen.

Hierbei muss angemerkt werden, dass die Beleuchtungsstärke die in dieser Studie exploriert wurde lediglich im Kontext des VR Labors bestand hat.

- Die Beleuchtungsstärke in VR Labor: Die Projektoren des Szenarios im VR Labor allein haben 16 Lux.

- Im ganz dunklen Raum hat das LED allein auf der Helligkeitsstufe 2 0,05 Lux und auf Stufe 3 0,30 Lux.

-Die Projektoren zusammen mit dem LED Band auf Stufe 5 haben 18 Lux; auf Stufe 3 16,8 Lux; auf Stufe 2 15,7 Lux.

## 3. Grundzustand des manuellen Modus

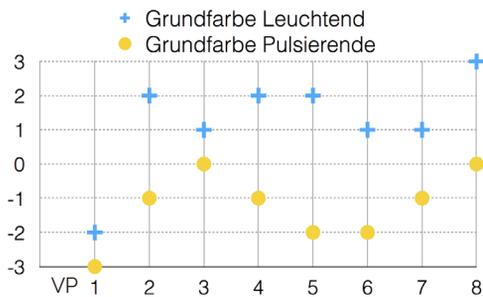


Abb. 65. Die Bewertung für die zwei Varianten als der manuelle Modus Grundzustand

### Warum das leuchtende Licht ist besser?

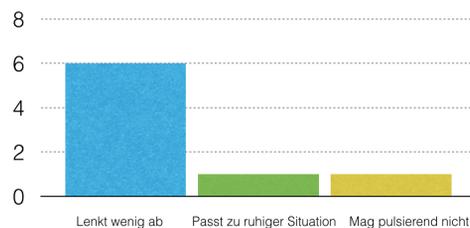


Abb. 66. Die Begründung, warum das dauerhaft leuchtende Licht besser ist.

100% der Probanden fanden, das dauerhaft leuchtende Licht als Grundzustand ansprechender ( $m=2,5$ ) als das pulsierende Licht ( $m=1,2$ ). Grund dafür ist, dass das pulsierende Licht zu viel Aufmerksamkeit erregt und ablenkend und störend wirkt.

Mögliche Verbesserung: Kein Licht, dezentes Licht.

#### 4. Grundzustand des hochautomatisierten Modus

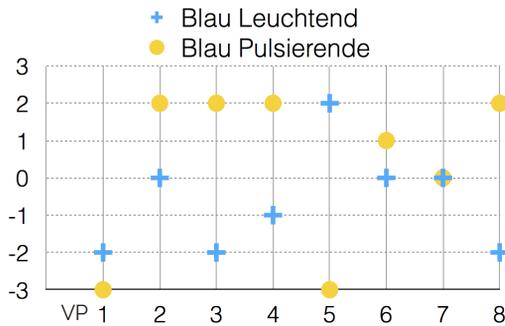


Abb. 67. Die Bewertung für die zwei Variante als der hochautomatisierte Modus Grundzustand

#### Warum das pulsierende Licht ist besser?

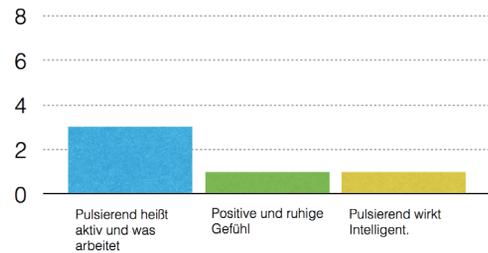


Abb. 68. Die Begründung, warum das pulsierende Licht besser ist.

25% der Probanden finden das statische Licht und 62,5% der Probanden das pulsierende Licht ansprechender. Grund dafür war, dass das Pulsieren zeigt, dass die Automation arbeitet und aktiv ist. Einem Proband war es egal.

Mögliche Verbesserung: Kompakt darstellen, nur teilweise pulsierend.

#### 5. Alternative Variante für manuellen Grundzustand: Weiß leuchten und mit nur vorne grau pulsieren.

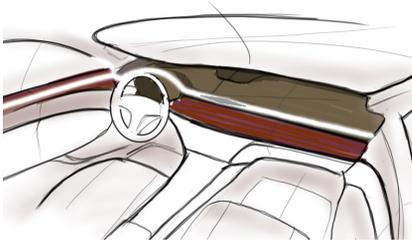


Abb. 69. Die angezeigte Beleuchtung

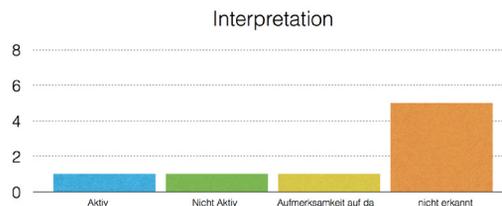


Abb. 70. Die Interpretation der angezeigten Beleuchtung

#### Verständlichkeit

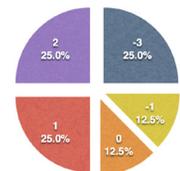


Abb. 71. Anteil der Verständlichkeit

Weiß leuchtend und nur die vorderen Lichter pulsieren grau.

Viele haben dieses Muster nicht verstanden. Besonders die Position und die Farbe waren hier unverständlich. Selbst nach Erklärung war die Bedeutung für 25% der Probanden nicht verständlich, für 12,5% der Probanden schwer verständlich und 12,5% der Probanden mittel verständlich. 25% der Probanden gaben an, dass das System recht gut verständlich war und für 25% der Probanden sehr gut verständlich.

Mögliche Verbesserungen: Andere Position, andere Farbe und noch auffälligeres und helleres Licht wählen.

## 6. Bereitschaft der Automation

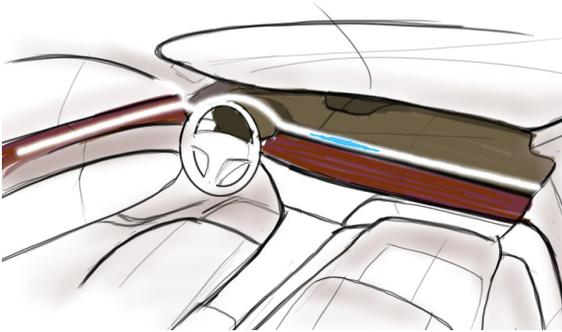


Abb. 72. Die angezeigte Beleuchtung

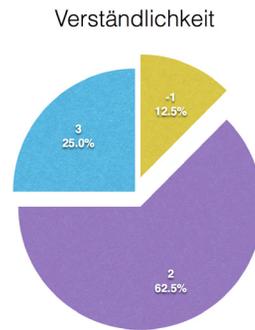


Abb. 73. Anteil der Verständlichkeit

62,5% der Probanden fanden die Beleuchtung recht gut verständlich, 25% der Probanden finden die Darstellung sehr gut verständlich und nur einer fand dies nicht verständlich.

Mögliche Verbesserung: Eine andere Position wählen, noch breiteres und auffälligeres Licht verwenden. Außerdem soll die Darstellung mit einem anderen Knopf oder Tacho verbunden werden.

## 7. Modus wechseln

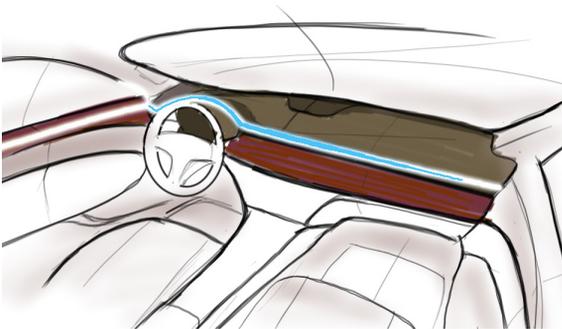


Abb. 74. Die angezeigte Variante

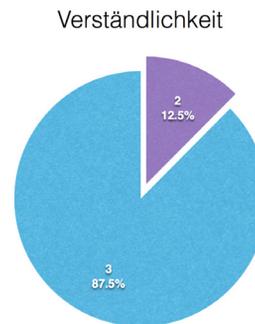


Abb. 75. Anteil der Verständlichkeit

87,5% der Probanden finden die Darstellung sehr gut verständlich und der Rest findet sie recht gut verständlich.

Mögliche Verbesserung: Anfangsposition und Anfangszustand verändern.

## 8. Ablehnung der Automation

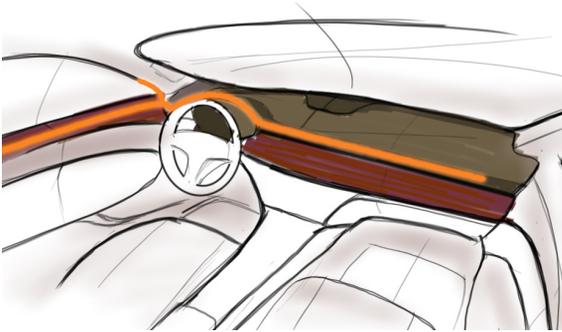


Abb. 76. Die angezeigte Beleuchtung

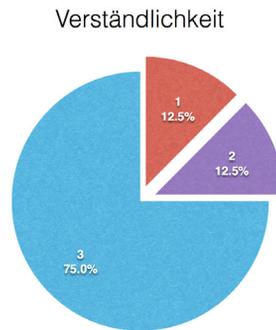


Abb. 77. Anteil der Verständlichkeit

75% der Probanden finden die Darstellung sehr verständlich und der Rest findet die Darstellung eher verständlich oder recht gut verständlich.

Mögliche Verbesserung: Es könnte nur teilweise orange oder ganz in einer anderen Farbe blinken. Es könnte noch schneller und dreimal blinken. Man könnte eine gelbliche Farbe wählen und von Gefahr im Verkehr getrennt werden.

## 9. Übergabe hochautomatisierter Modus zu manuellem Modus

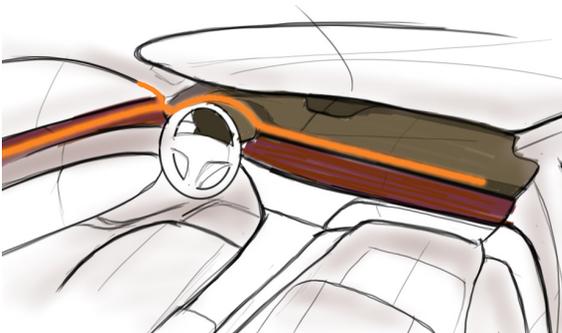


Abb. 78. Die angezeigte Variante

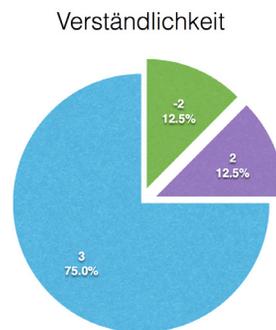


Abb. 79. Anteil der Verständlichkeit

75% der Probanden finden die Darstellung sehr gut verständlich und 12,5% der Probanden finden die recht gut verständlich. Und nur einer Person fand das nicht verständlich, weil sie sich gestört fühlte.

Mögliche Verbesserung: Es könnte nur teilweise blinken. Es könnte eine gelbliche Farbe haben. Je nachdem wie kritisch die Situation ist, könnte es noch schneller blinken. Zusätzlich könnte man ein Audiosignal einbauen.

## 10. Warnung von der Seite

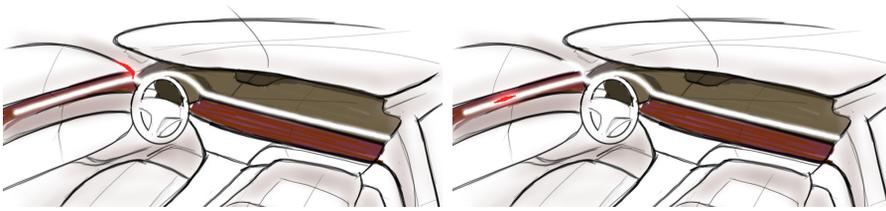


Abb. 80. Die zwei  
- 81. Beleuchtungen  
wurden angezeigt.

80|81

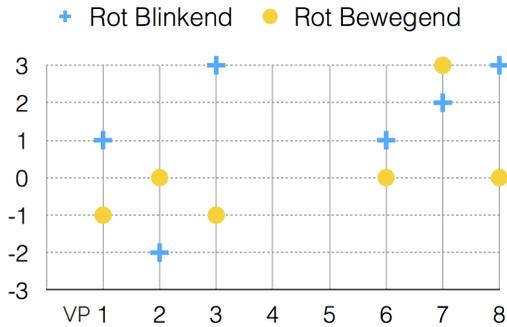


Abb. 82. Die Bewertung für die zwei Varianten als die von  
der Seite kommende Warnung

### Warum das rot blinkende Licht ist besser?

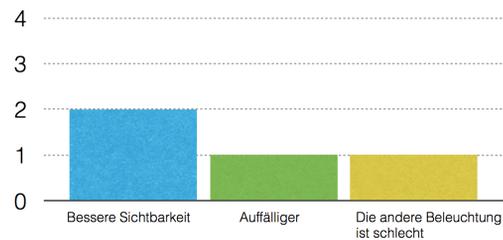


Abb. 83. Die Begründung, warum das rot blinkende Licht  
besser ist.

66,7% der Probanden findet die rot blinkende Beleuchtung ( $m=1,34$ ) ansprechender als die rote, sich bewegende ( $m=-0,17$ ). Der Grund dafür ist, dass das Blinken auffälliger und deutlicher ist. Die Position direkt neben dem Spiegel wird als gut empfunden, da sie beim Abbiegen in der Blickrichtung liegt.

**Mögliche Verbesserung:** Die ganze Seite könnte rot blinken und man könnte die zwei Beleuchtungen kombinieren.

## 11. Warnung von Vorne

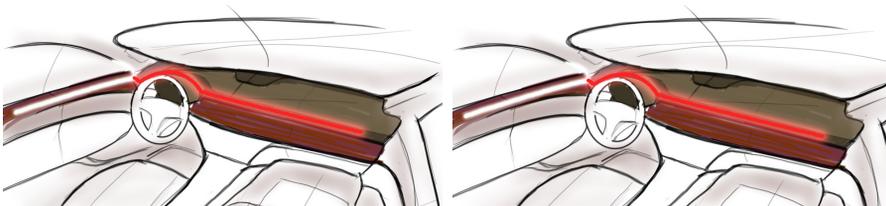


Abb. 84. Die zu rot verfarbete Beleuchtungen  
wurden angezeigt.

Abb. 85. Die zu rot blinkende Beleuchtungen  
wurden gezeigt.

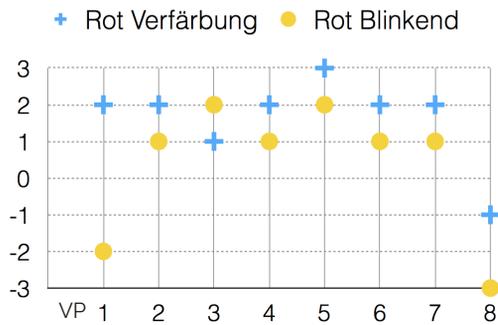


Abb. 86. Die Bewertung für die zwei Varianten als die von Vorne kommende Warnung

### Warum die rot Verfärbung besser?

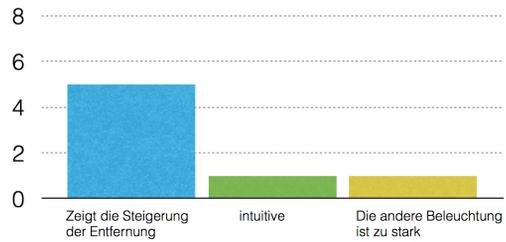
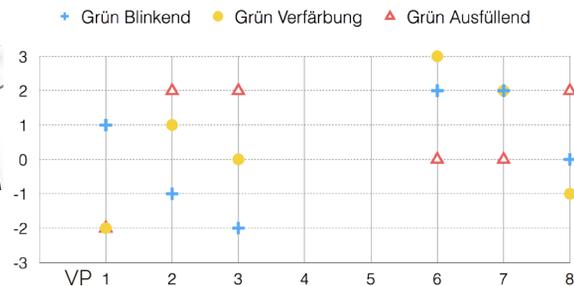
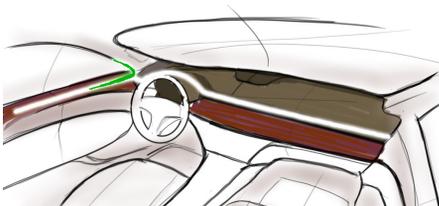
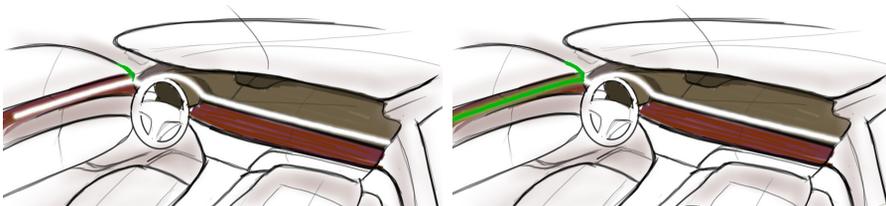


Abb. 87. Die Begründung, warum das rot Verfärbung besser ist.

87,5% der Probanden findet die zu rote verfärbende Beleuchtung (m=1,38) ansprechender als die rot Blinkende (m=0,38). Grund dafür ist, dass Blinken zu sehr alarmierend ist, obwohl es nur die Anforderung zum Bremsen zeigt. Die Verfärbung verdeutlicht die Distanz zum Vorderfahrzeug besser.

Mögliche Verbesserung: Die zwei Beleuchtungen kombinieren. Die Verfärbung sollte sich je nach Entfernung verändert. Nicht nur durch das Licht warnen.

## 12. Empfehlung von der Seite



88|89  
90|91

Abb. 88. Die drei Varianten wurden bei Empfehlung angezeigt.

Abb. 91. Die Bewertung für die drei Varianten als die Empfehlung für die Seite

37,5% der Probanden finden die konstant grüne Beleuchtung ansprechender als die anderen.

Mögliche Verbesserung: Konstant leuchtendes, grünes Licht, ohne Bewegung oder Blinken verwenden.

### 13. Empfehlung von Vorne

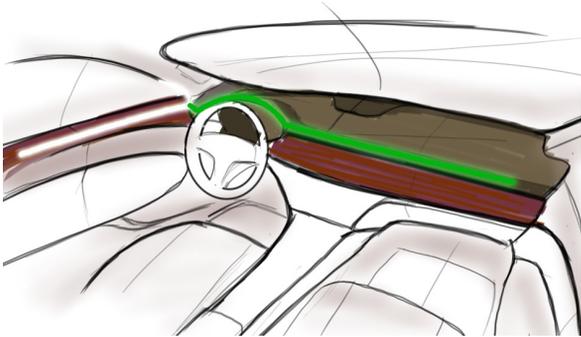


Abb. 92. Die angezeigte Beleuchtung

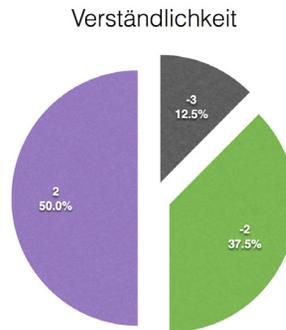


Abb. 93. Anteil der Verständlichkeit

50% der Probanden finden die Beleuchtung recht gut verständlich. Der Grund dafür ist, dass man die grüne Farbe mit der Fahrerlaubnis an einer Ampel assoziiert. Und da das Licht von vorne kommt, heißt es, dass vorne etwas passiert.

Mögliche Verbesserung: Diese Informationen sind nicht unbedingt nötig, daher sollte es bei der Grundfarbe oder dem Grundzustand bleiben, um den Autofahrer nicht mit zu vielen Informationen der Beleuchtung zu verwirren.

Allgemein mögliche Verbesserung:

- Gefahr von draußen und die Warnung vom Inneren des Fahrzeugs (vom Assistenten) sollte sich von der Farbe unterscheiden.
- Blinken ist sehr auffällig und sollte daher für Warnungen verwenden werden. Für eine Empfehlung sollte die Beleuchtung eher dezent sein.

# Konzept

## > Finales Konzept

Dieses ambiente Beleuchtungs-Assistenzsystem wurde in dieser Arbeit für Autobahnscenarios konzeptiert. Das LED Lichtband wurde 360 Grad im Innenraum des Fahrzeuges in Schulterhöhe installiert. Die Helligkeit soll durch Lichtsensoren dem Umgebungslicht angepasst werden.

Die Funktionen des Ambientdisplays werden durch die Zusammenarbeit zwischen den Sensoren und der Software realisiert.

Durch Analyse der Ergebnisse und der Verbesserungsideen wurde das Grundkonzept definiert:

### Grundzustand

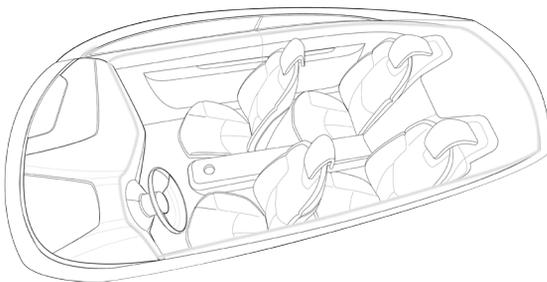


Abb. 94. Grundzustand manuell: Weiß leuchtendes Licht.

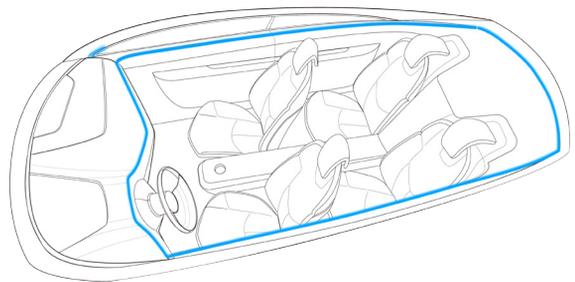


Abb. 95. Grundzustand hochautomatisiert: Blau pulsierendes Licht.

Nach der Probandenstudie wurde die Lichtfarbe für Grundzustand festgelegt. Weißes Licht ist für den manuellen Modus und blaues Licht für den hochautomatisierten Modus. Der Grund dafür ist, dass weiß natürlich und neutral ist und blau oft für „technisch“ und „intelligent“ steht.

## Transition

Transition M zu HA:

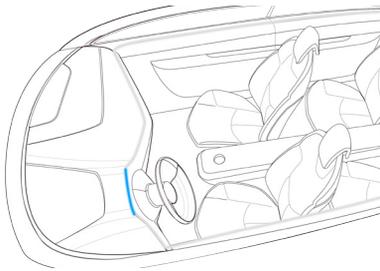


Abb. 96. Bereitschaft der Automation: ein Stück blau pulsierendes Licht

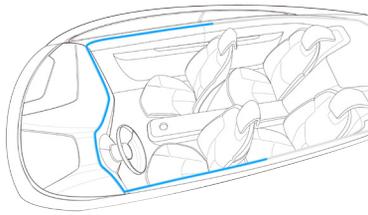


Abb. 97. Übergabe: Das Aktivieren geschieht durch einen Knopfdruck und dann wird das Band von vorne nach hinten mit blauem Licht ausgefüllt.

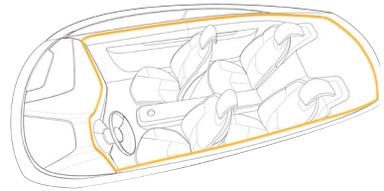


Abb. 98. Ablehnung der Automation: zwei Mal gelb blinkendes Licht und dann wieder weiß

Transition HA zu M:

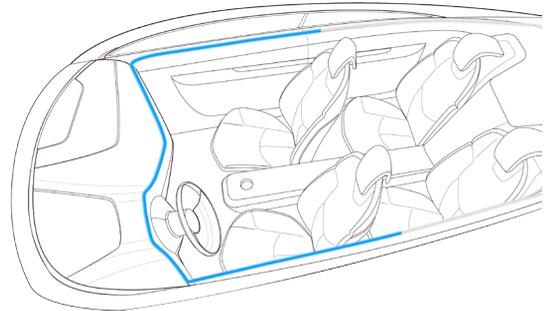
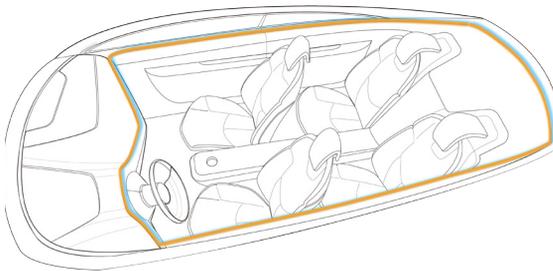


Abb. 99. Das ganze Lichtband blinkt abwechselnd zwischen gelb und blau. Wenn man die Fahraufgabe übernimmt wird das blaue Licht zurücklaufen und das Lichtband leuchtet wieder weiß.

## Warnung

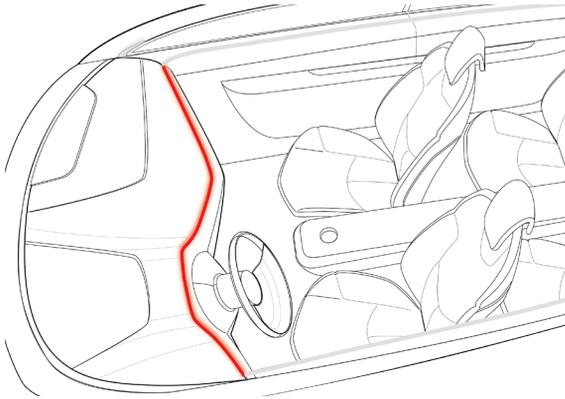


Abb. 100. Von Vorne: Wenn vor dem Fahrzeug eine Gefahr „drückt“, verfärbt sich das Band im vorderen Bereich rot.

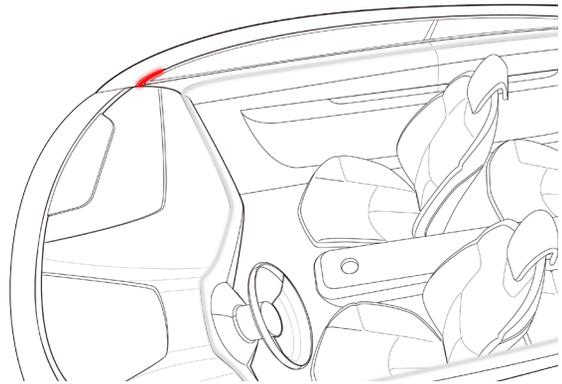


Abb. 101. Wenn die Nebenspur belegt ist, blinkt der vorderer seitliche Bereich rot. (Hier wird die Funktion erst aktiviert, wenn man den Blinker einschaltet.)

## Empfehlung

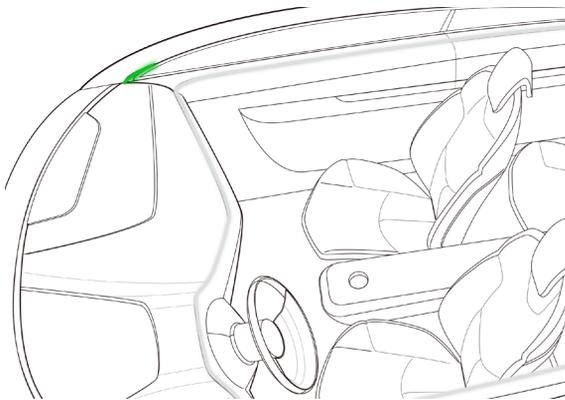


Abb. 102. An der Seite: Wenn die Bedingungen für Spurwechseln erfüllt sind, verfärbt sich der Seitenbereich grün.

## > Namensfindung

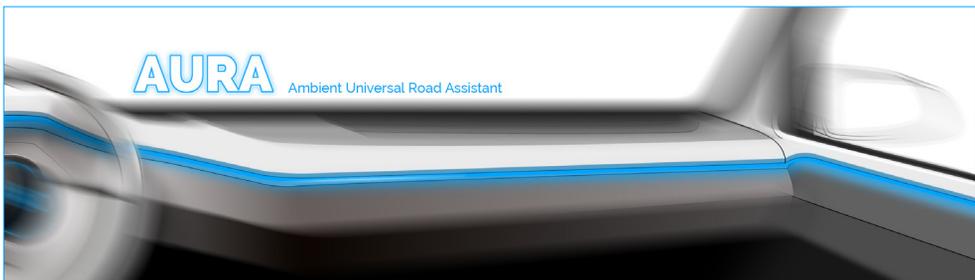
Zahlreiche Stichwörter zu diesem System wurden durch Brainstorming gesammelt. Inspiriert durch die Wörter, Bilder und andere Kollegen wurde sich für den Namen AURA (Ambient Universal Road Assistant) entschieden.

AURA ist ein Begriff, den es sowohl auf Englisch als auch auf Deutsch gibt. Aura heißt: „besondere Ausstrahlung“ oder „Erweiterung des Bewusstseins“. Die Bedeutung des Worts passt gut zu dem Ambientdisplay. Denn das Display ist einerseits als ambiente Beleuchtung gestaltet und bietet andererseits dem Fahrer eine sehr intelligente Assistenz. Die Beleuchtung im Inneren des Fahrzeugs dient dazu, dem Fahrer zu helfen, die Umgebung im Blick zu haben und soll ihn dadurch schützen. Der Assistent heißt „Universal“, weil das System auch auf andere Fahrzeuge übertragbar sein soll.



Abb. 103. Brainstorming mit Post-it

Abb. 104. Vorschau bild für das finale Konzept

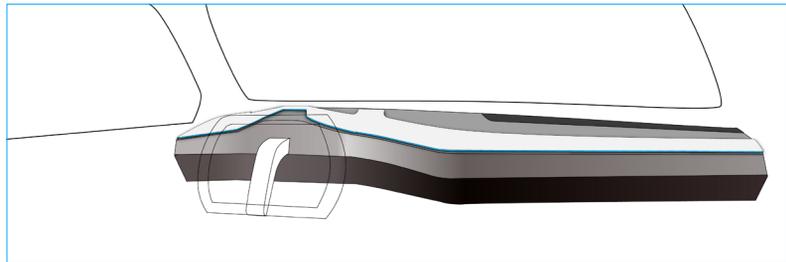
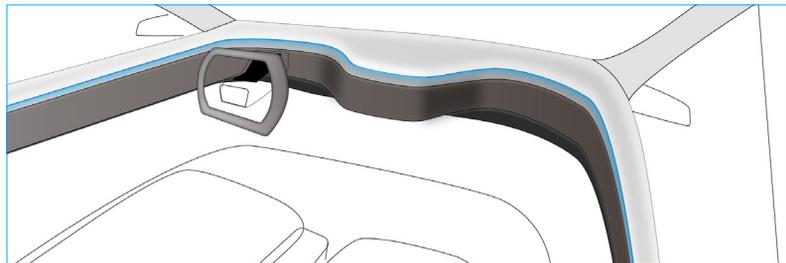
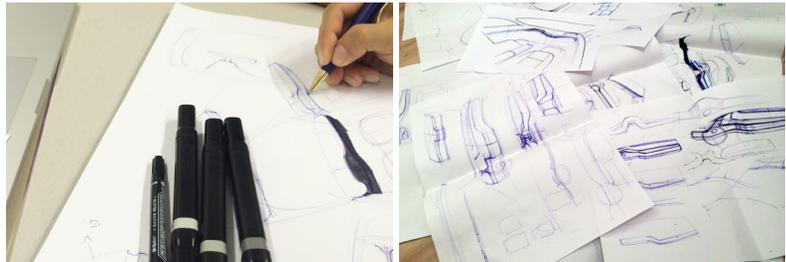


# Finales Design

Das Konzept wird im folgenden Abschnitt detaillierter dargestellt.

## > Interiordesign

Damit das Ambientdisplay auf alle Fahrzeuge übertragbar sein kann, wurde hier ein an die Zukunft orientierter, abstrakter, individueller Innenraum des Fahrzeuges neu entworfen.



105 | 106  
107  
108  
109 |

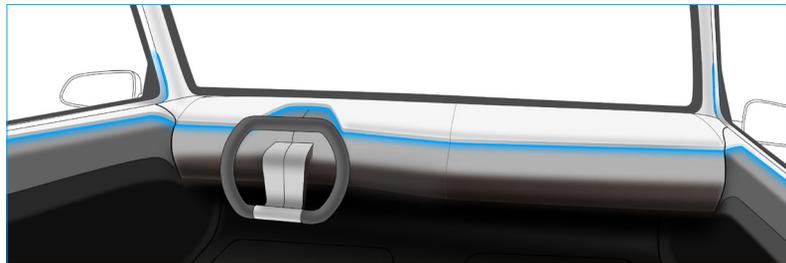
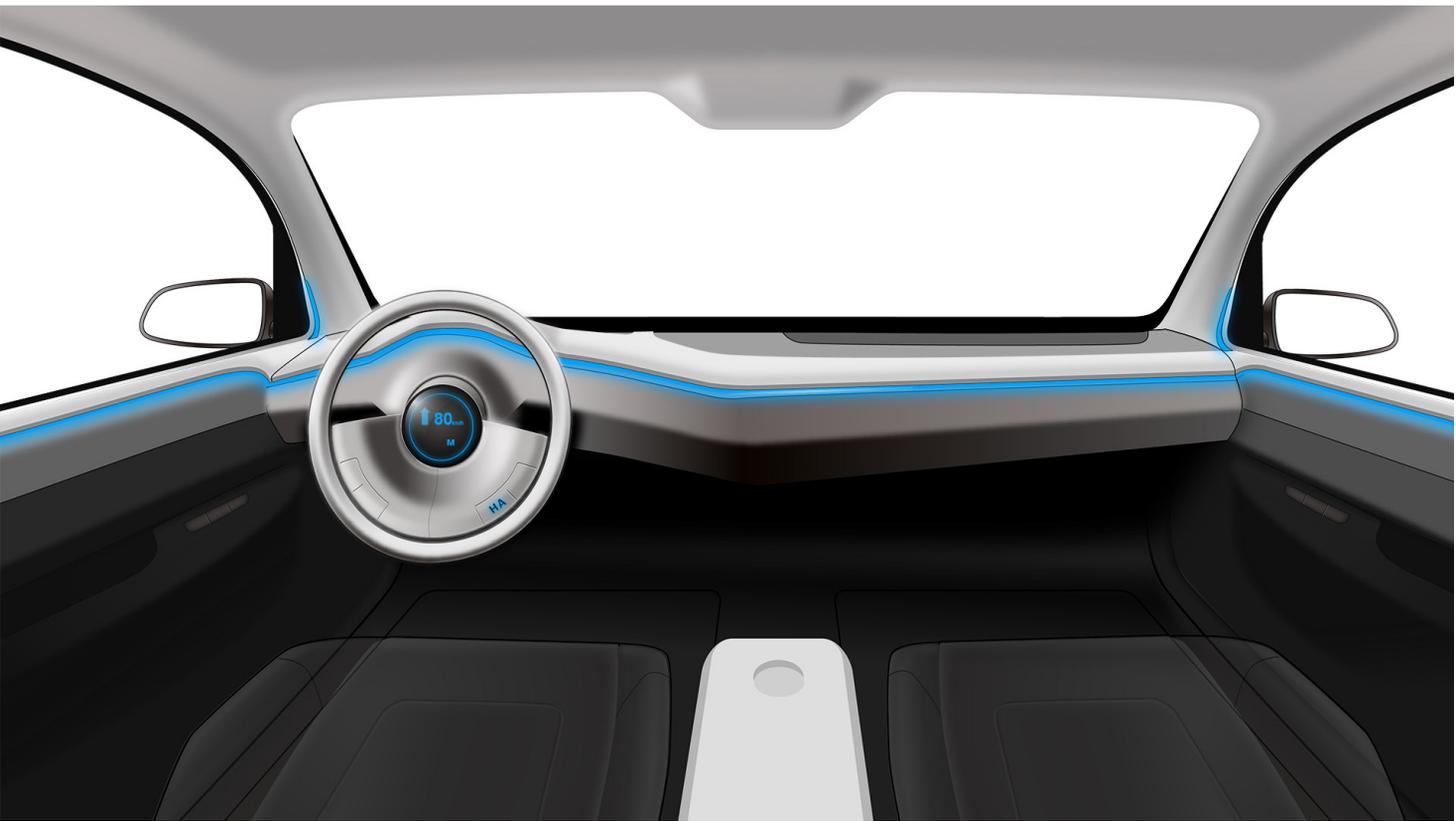


Abb. 105. *Inspiration von anderen Kommilitonen*

Abb. 106. *Designskizze*

Abb. 107. - *Drei Prototypen für 109. InteriorDesign*



110  
111

Abb. 110. Das finale abstrakte Innenraumdesign eines Fahrzeuges

Abb. 111. Draufsicht des finalen Innenraumdesigns (mit Cadillac converj als Vorlage)

In der Zukunft können die Informationen, die beim Fahren entstehen, durch weiter entwickelte Technologien und Strategien soweit reduziert werden, dass man beim Fahren nur noch ein kleines Display auf dem Dashboard und ein „ambientes Display“ braucht. Dadurch wird sich der Fahrer viel besser auf das Fahren oder auf die Nebenaufgaben konzentrieren können.

Das Cockpit wurde so gestaltet, dass mehr Platz im Innenraum geschaffen wird. Die Räume für den Fahrer und Beifahrer unterscheiden sich auch durch die Gestaltung. Der Raum für den Fahrer ist größer als der Raum des Beifahrers, da das Lenkrad mehr Platz braucht. Das Lenkrad kann man beim hochautomatisierten Modus zurückziehen und beim manuellen Modus wieder herausziehen. Auf dem Lenkrad findet man außerdem die wichtigsten Knöpfe, z.B. den Knopf, um den Fahrmodus zu wechseln. Ein kleines Display ist in der Mitte auf dem Lenkrad installiert.

Das Lichtband wird in einem Zwischenraum im Cockpit aufgebaut, so dass eine indirekte Beleuchtung in den Innenraum des Fahrzeuges strahlen kann.

## > Animation

Das finale Ergebnis wurde zusätzlich in einen Animationsfilm verdeutlicht. In dem Film wurden alle Funktionen des AURA-Fahrerassistenten in einem Autobahnzenario dargestellt. Durch den Film kann man besser erleben, wie der Assistent bei den verschiedenen Situationen den Fahrer unterstützt.

Der Film wurde bewusst stilistisch einfach gehalten, um den Fokus auf den AURA Assistenten und seine Funktionen zu setzen.

Der Animationsfilm ist unter folgendem Link anzuschauen:

<https://www.dropbox.com/sh/r4t4bm1i6dxwia3/AAAJ8mqCM1V-AUKxv83V6sGka>



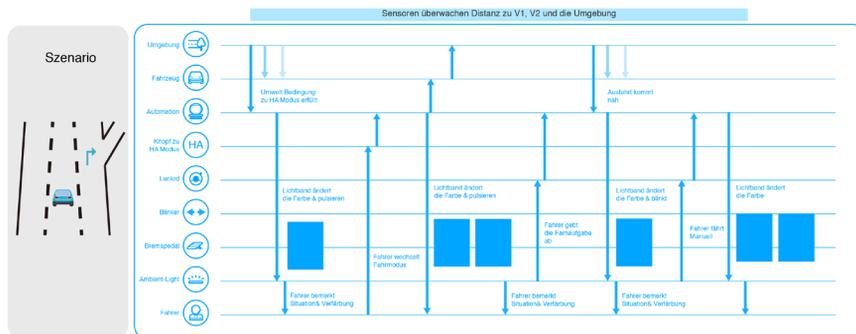
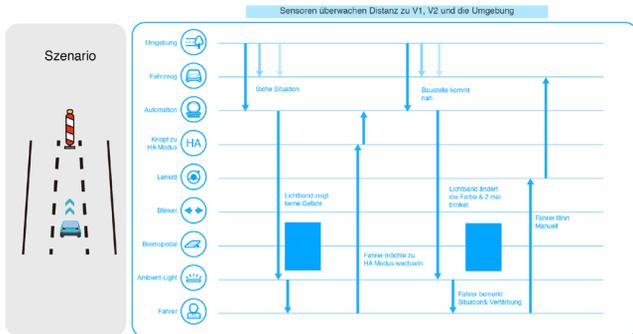
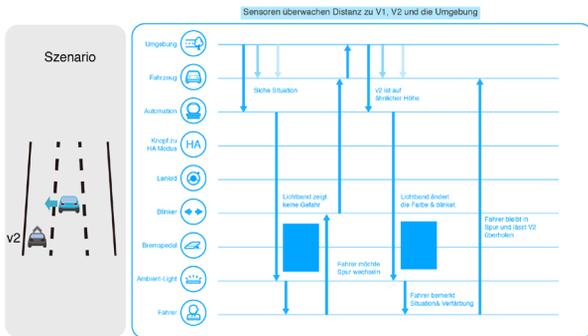
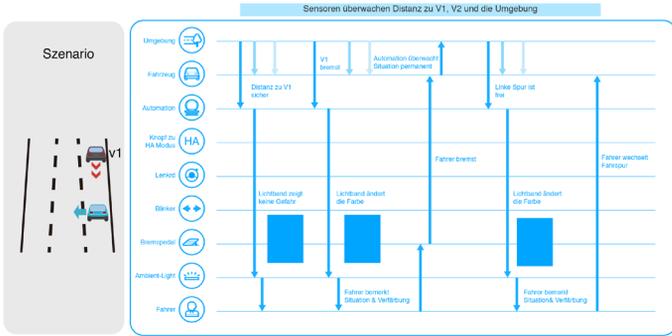


Abb. 112. Sequenzdiagramm als Animation Konzept

# AUSBLICK

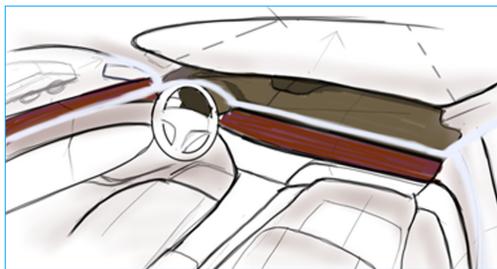
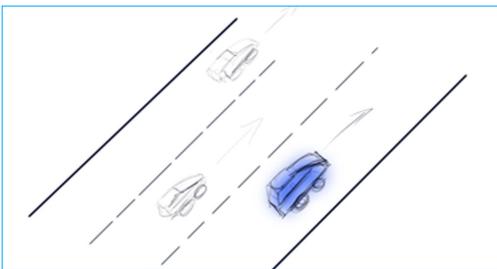
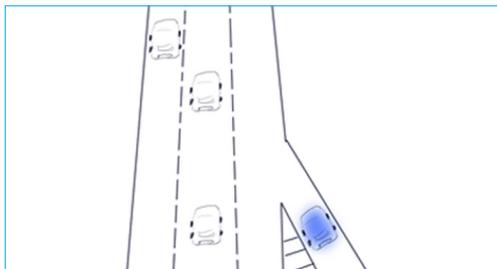
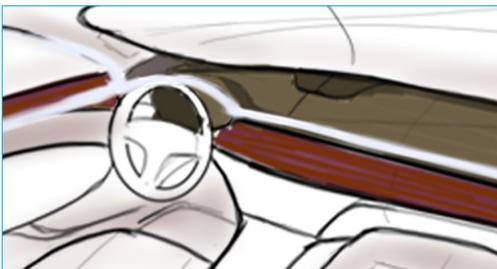
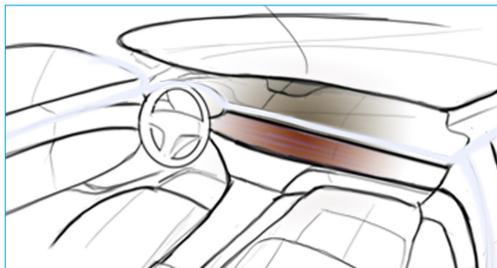
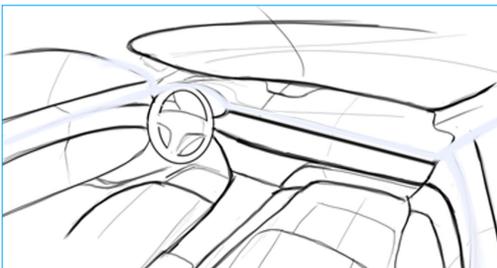
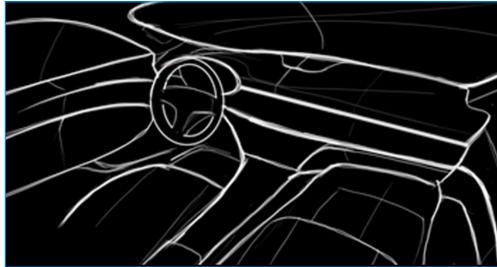
Es wird in dieser Arbeit untersucht, wie eine lichtbasierte Mensch-Maschine Interaktion für Fahrerassistenzsysteme aussehen kann. Die Konzepte und der Entwurf sind Empfehlung für die Mensch-Maschine Interaktion von einem ambienten Lichtassistenzsystem. Der nun folgende Schritt wäre die Umsetzung und Optimierung im Fahrsimulator.

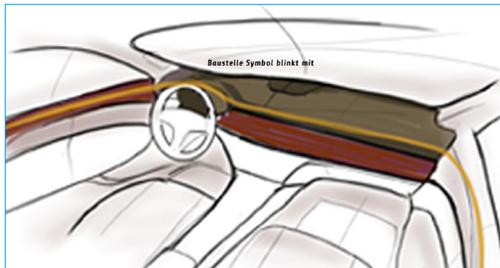
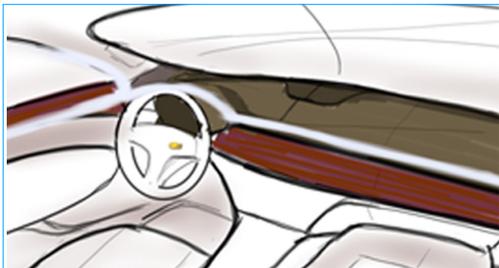
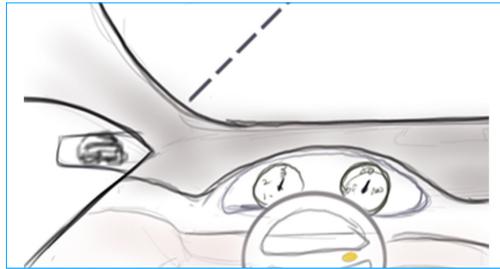
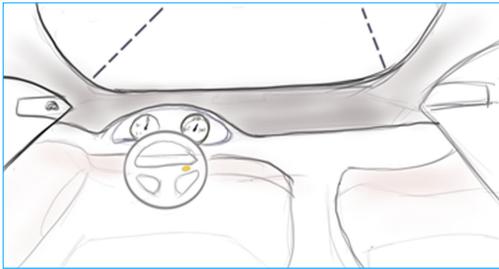
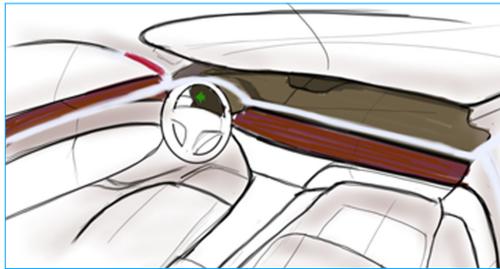
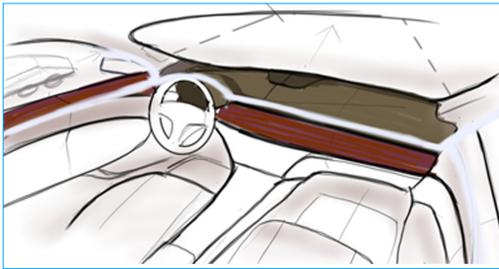
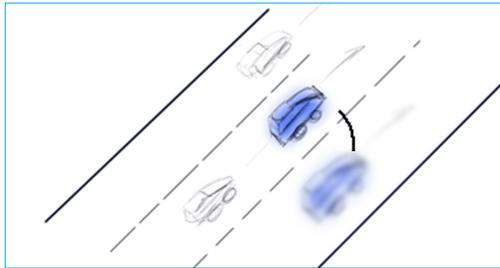
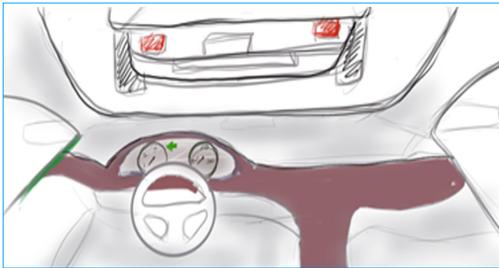
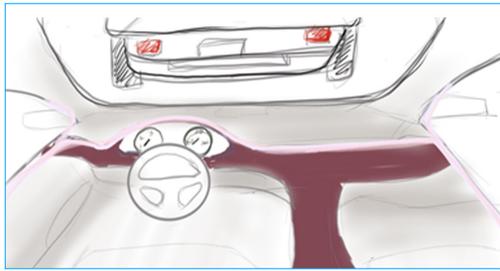
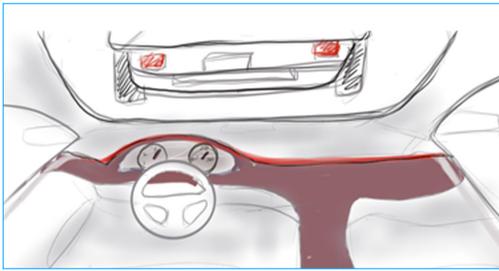
Offenen Fragen:

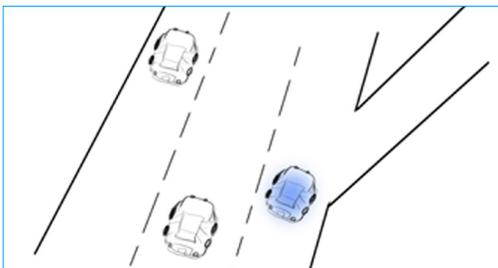
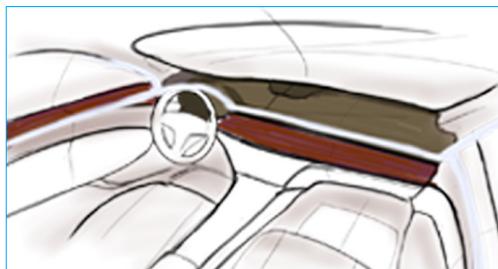
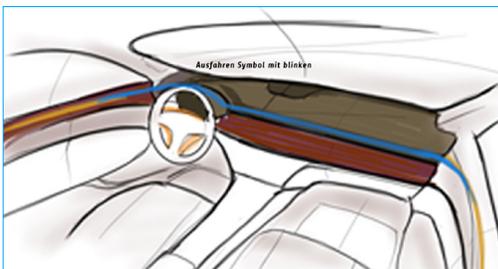
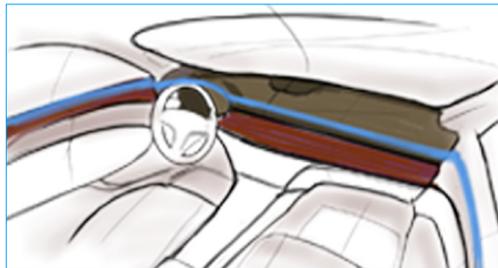
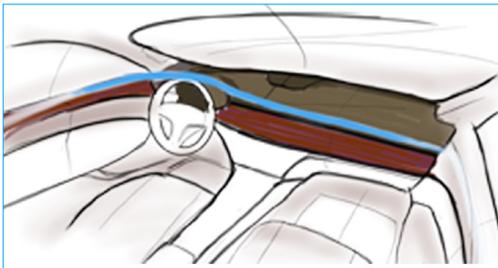
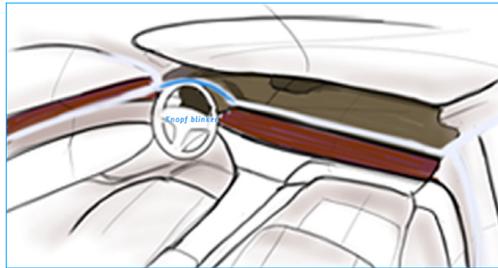
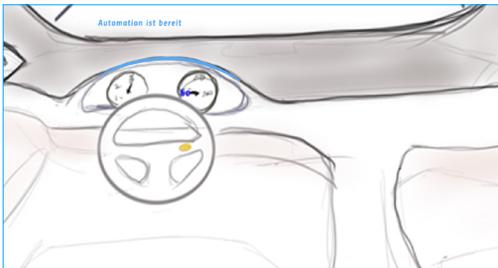
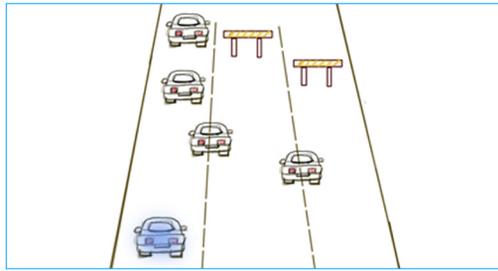
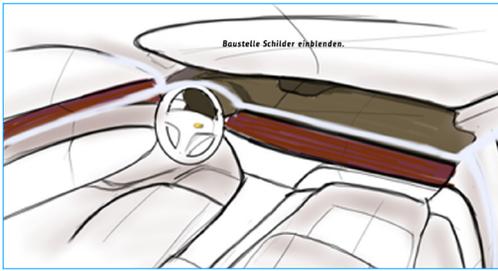
- Wie kann das Licht im Rückraum verwendet werden? Mögliche Lösung: Das hintere Licht mit dem Park-Assistenten kombinieren.
- Technische Faktoren: Wie ist die Synchronisierung von Umgebungssensoren (Datafusion) durch Software mit dem AURA umzusetzen?

# ANHANG

## Storyboard







# Internetquellen

- [1] <http://www.autoguide.com/auto-news/2010/08/set-a-safe-mood-in-your-vehicle-with-ambient-lighting.html>
- [2] <http://www.wired.com/2010/08/ambient-lighting-makes-drivers-feel-safer/>
- [3] <http://www.digikey.com/en-US/articles/techzone/2012/sep/leds-lend-ambience-to-automotive-interior-lighting>
- [4] <http://www.autotrader.com/research/article/new-research/77601/do-you-need-ambient-lighting.jsp>
- [5] <http://w-info.blogspot.de/2013/04/innovative-interior-lighting-creates.html#!/2013/04/innovative-interior-lighting-creates.html>
- [6] [http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc\\_germany\\_website/de/home\\_mpc/passengercars.html#](http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars.html#)
- [7] <http://www.adaptive-ip.eu/>
- [8] <http://www.design-research-lab.org/?projects=maps>
- [9] <http://www.bester-beifahrer.de/>
- [10] <http://blinkinlabs.com/blinkytape/>

# Literaturverzeichnis

- [1] Goldenstein, E. B. (1997): Wahrnehmungspsychologie: eine Einführung, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, Oxford
  
- [2] Kelsch, J. (2012): Naturalistic Display – DLR-Konzeptskizze mit der Bezeichnung „Verfahren und Anordnung zur Zustandsanzeige von Fahrerassistenz/Informationssystemen
  
- [3] Kelsch, J., Temme, G., Schindler, J.: (2013): Arbitration based framework for design of holistic multimodal human-machine interaction. Contributions to AAET 2013, 6.-7. Feb. 2013, Braunschweig, Germany, ISBN 978-3-937655-29-1
  
- [4] Herber, H., Vásárhelyi É.: L Lewins Feldtheorie als Hintergrundparadigma moderner Motivations- und Willensforschung
  
- [5] Gibson, J. J., College S., Crooks L. E. (1938): A theoretical field- Analysis of automobile- driving, The American Journal of Psychology Lighting on Driver Vision, Leukos Vol9 No 1 July 2012 Pages 9- 23
  
- [6] Grimm, M. (2002): Requirements for an Ambient Interior Lighting System for Motor Vehicles, Dissertation, Darmstadt, Techn. Univ., ISBN 3-8316-0233-6  
Olson, P. L., (1985): The Effect of Vehicle Interior Lighting System on Driver Sight Distance, The University of Michigan, Transportation Reserch Institute
  
- [7] Flannagan, M. J., Devonshire, J. M. (2012): Effects of Automotive Interior
  
- [8] Fricke, F. (2009): Gestaltung zeit- und sicherheitskritischer Warnungen im Fahrzeug, Von der Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme der Technischen Universität Berlin zur Erlangung des akademischen Grades, Berlin

- [9] Henning, M. J., Kienast, H., Lindner, P., Weigel, H., Krems, J.F., Spanner-Ulmer, B., Wanielik, G. (2008): Multifunktionale Mensch-Maschine-Schnittstelle für Fahrerassistenzsysteme
- [10] Kienast, H., Lindner, Ph., Weigel, H., Henning, M.J., Krems, J.F., Wanielik, G., Spanner-Ulmer, B. (2008): Aufmerksamkeitssteuerung durch räumlich gerichtete Anzeigen in Fahrerassistenzsystemen, Interdisziplinäres Zentrum für Fahrerassistenzsysteme (I-FAS), TU Chemnitz
- [11] Laquai, F., Chowanetz, F., Rigoll, G. (2009): A large-scale LED array to support anticipatory Driving, Institute for Human-Machine-Communication, Technische Universität München, Theresienstr. 90, 80333 Munich, Germany