

ADAPTIVE LICHTWELTEN IM FAHRZEUGINNENRAUM



Mass Personalization
Leistungszentrum

 **Fraunhofer**
IAO

 **Fraunhofer**
IBP



Universität Stuttgart
Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement IAT

ÜBERSICHT



EINLEITUNG

Projektbeschreibung

S. 3



WIRKSTRUKTUR

Einflussfaktoren
adaptiver
Lichtwelten

S. 4



USE-CASES

Darstellung anhand
fünf Anwendungs-
fällen

S. 12



TECHNISCHE REALISIERUNG

Prototypische
Umsetzung am
Fahrzeug

S. 24



EINLEITUNG

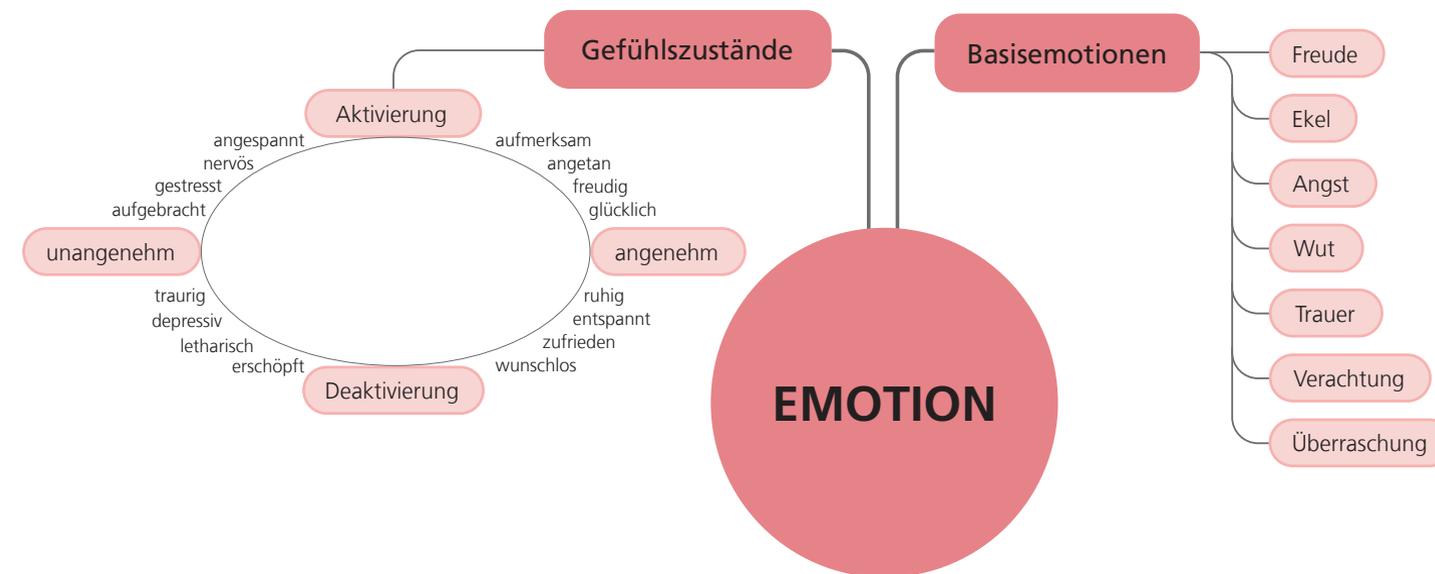
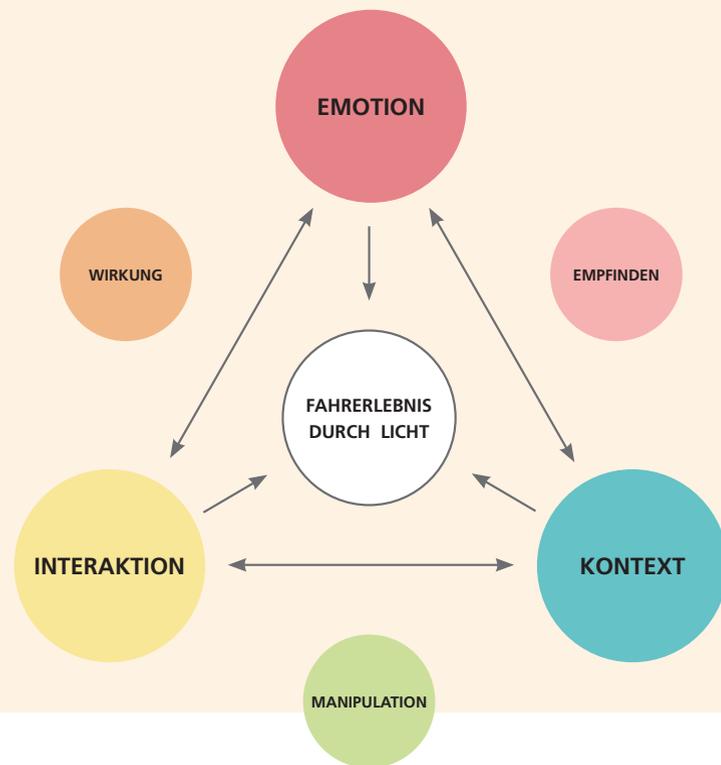
Projektbeschreibung

Das Projekt „Adaptive Lichtwelten im Interieur“ des Leistungszentrums Mass Personalization untersucht wie ein personalisiertes Fahrerlebnis durch Licht- und Farb-Applikationen im Fahrzeuginnenraum geschaffen sowie stimuliert werden kann. Heutige Einstell- und Personalisierungsmöglichkeiten im Fahrzeug funktioniert oftmals als passiver Vorgang, bei dem der Nutzer die Eingabe selbst vornehmen muss. In der Vision des Projektes können demgegenüber durch smarte KI-Algorithmen Emotionen des Nutzers erkannt werden und der Innenraum durch lebendig erscheinende Licht- und Farb-Einstellungen adaptiv auf die individuellen Bedürfnisse des Nutzers reagieren und eingehen. Die Fahrfreude aber auch das Wohlbefinden und das Vertrauen der Nutzer werden somit gefördert, indem der Lebensraum Auto angenehmer und situativ angepasster gestaltet wird. Innerhalb des Projektes wurde eine ganzheitliche Wirkstruktur definiert, potenzielle Use Cases ausgearbeitet und beschrieben sowie Teilaspekte der technologischen Lösungen prototypisch umgesetzt und erprobt.

WIRKSTRUKTUR

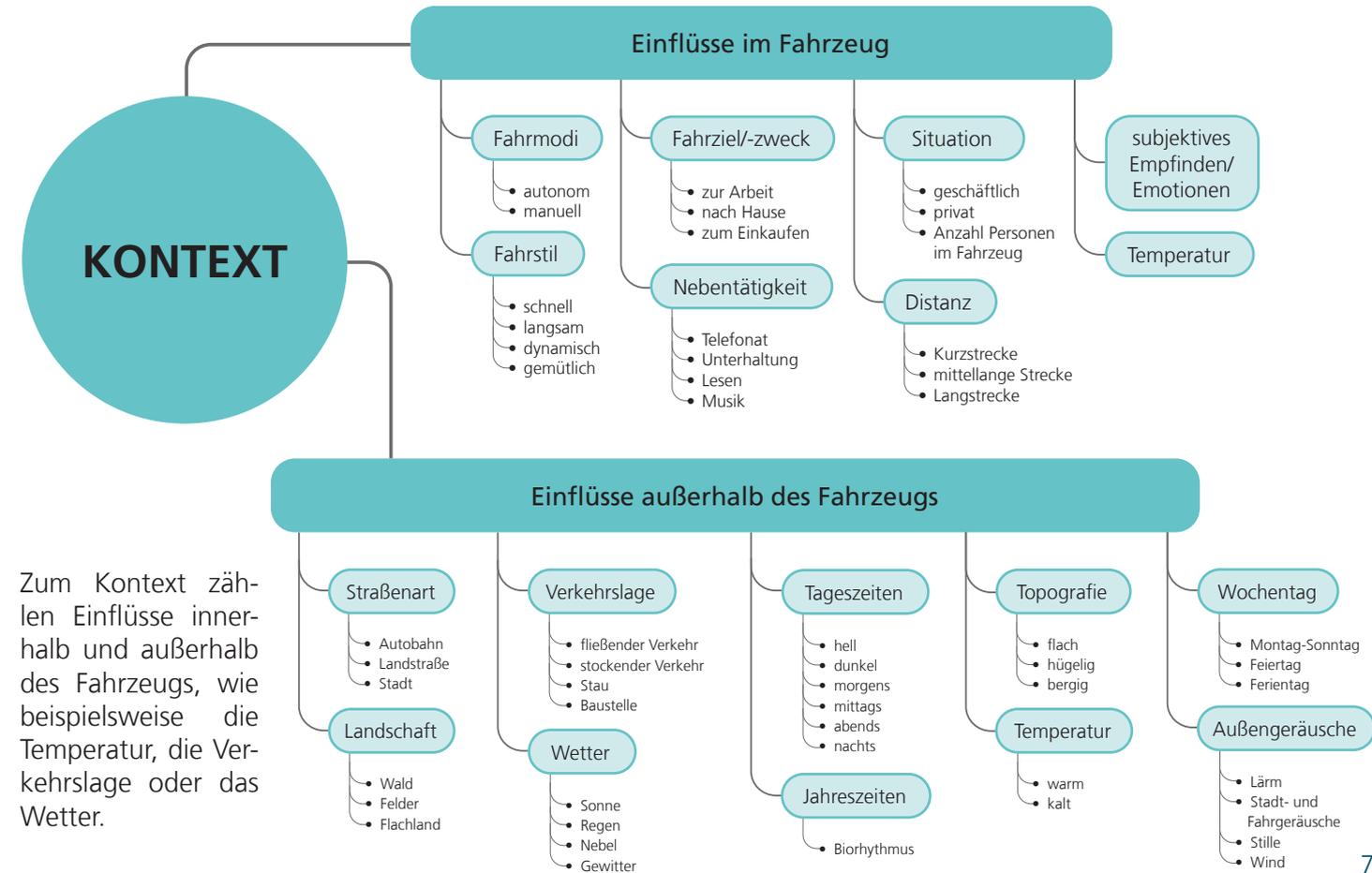
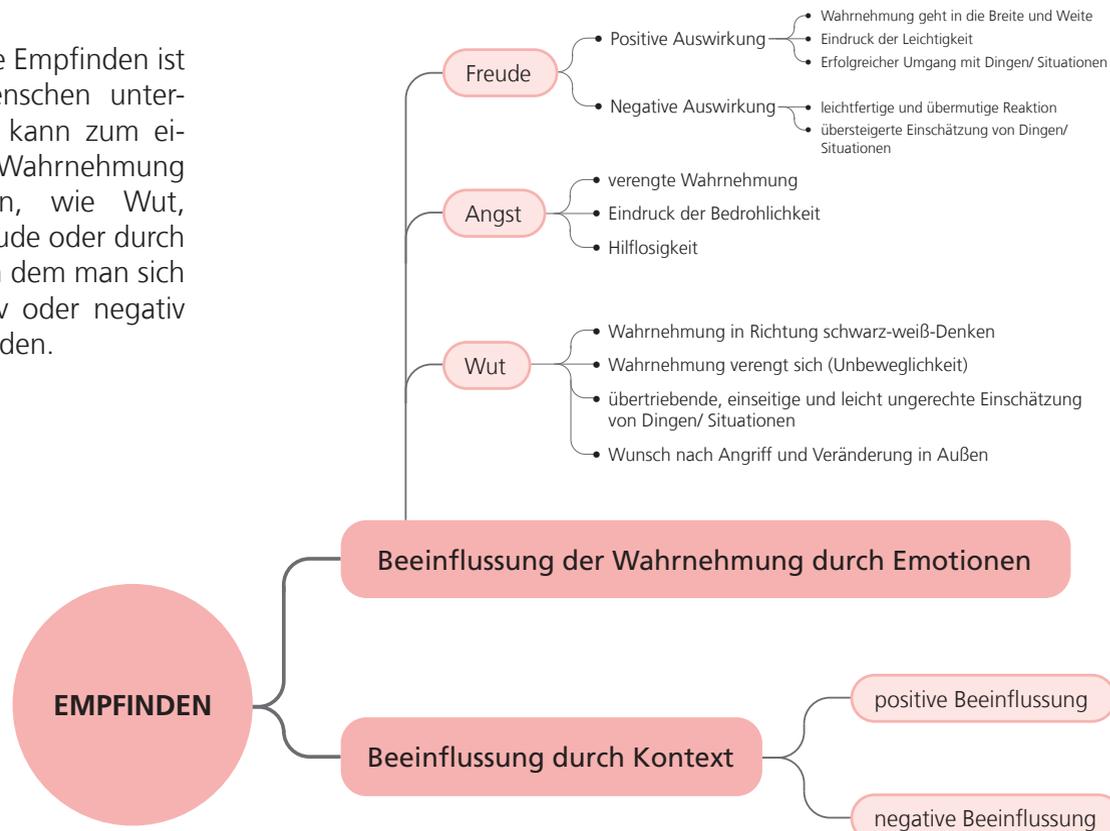
Einflussfaktoren adaptiver Lichtwelten

Als Ausgangsbasis für die Gestaltung adaptiver Lichtapplikationen wurden mögliche Einflussfaktoren, die auf das Fahrerempfinden einwirken, gesammelt, untersucht und im Rahmen einer Wirkstruktur geclustert. Dabei wurden sowohl die Emotionen, die Interaktion mit dem Fahrzeug, der Kontext, in dem man sich befindet, als auch das persönliche Empfinden, sowie einige Manipulatoren und die Wirkung des Lichts als Überkategorien identifiziert. Untergeordnete Gestaltungsfaktoren wurden anschließen abgeleitet und in einer übersichtlichen Struktur zusammengefasst und dargestellt, die für die bewusste Gestaltung der Personalisierungsfunktionen sowie entsprechender Technologien und Algorithmen als Grundlage dienen kann.



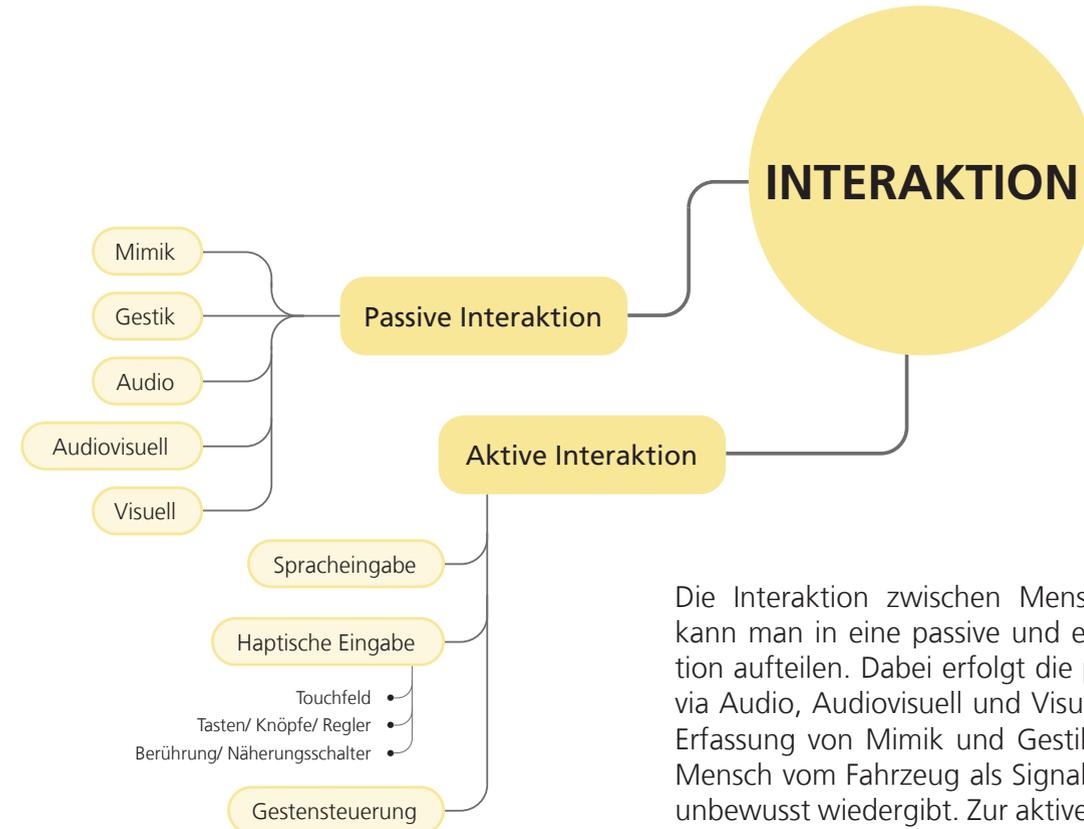
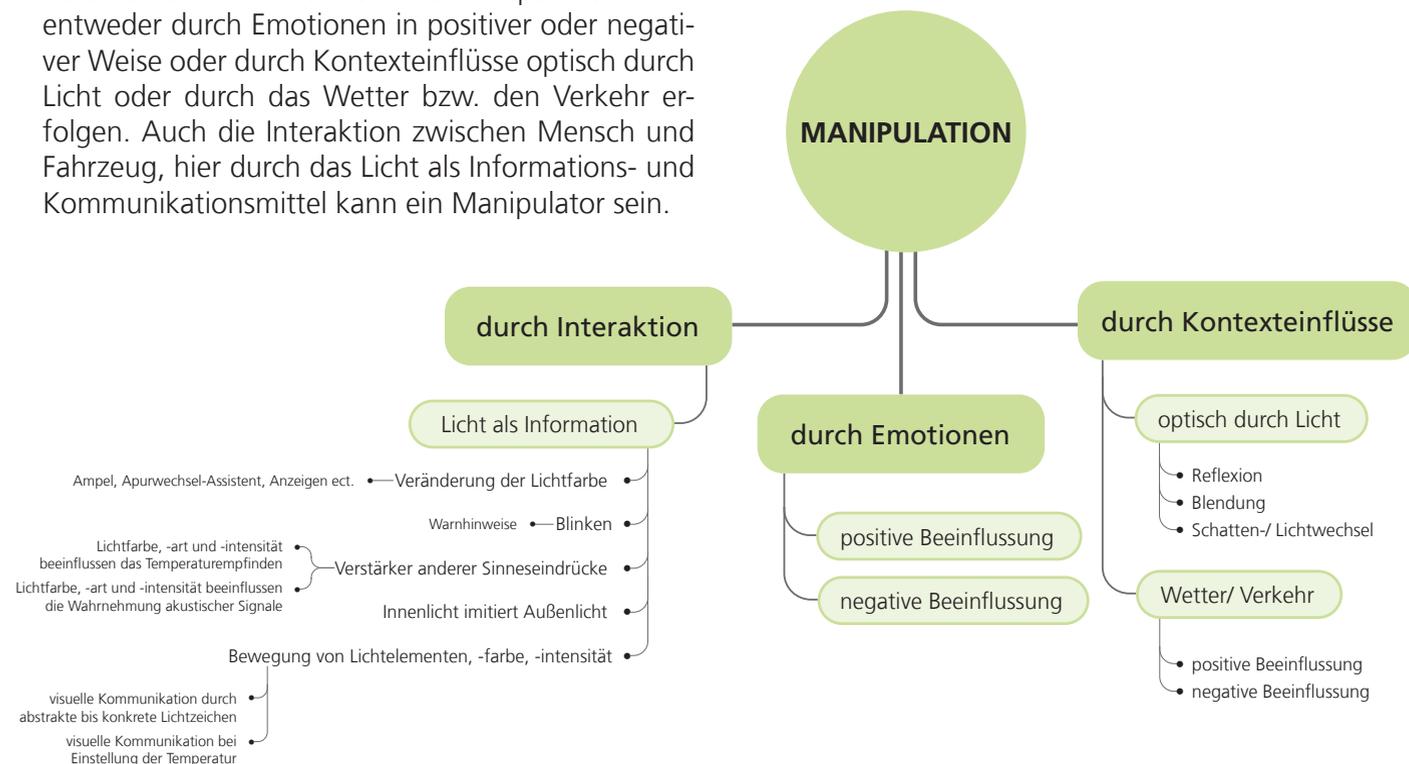
Emotionen und Gefühle spielen nicht nur in unserem Leben eine elementare Rolle, sondern auch bei der Beeinflussung des Fahrerlebnisses. Daher werden die Gefühlszustände und Basisemotionen näher betrachtet. Die Vision des Projektes ist es, dass die Emotionen des Insassen mittels KI erkannt und dann positiv durch Licht-Applikationen beeinflusst werden. Dies kann beispielsweise unter anderem durch den Einsatz von flächiger Beleuchtung und Farbspiele im Fahrzeuginnenraum gelingen.

Das persönliche Empfinden ist bei jedem Menschen unterschiedlich und kann zum einen durch die Wahrnehmung der Emotionen, wie Wut, Angst oder Freude oder durch den Kontext, in dem man sich befindet positiv oder negativ beeinflusst werden.

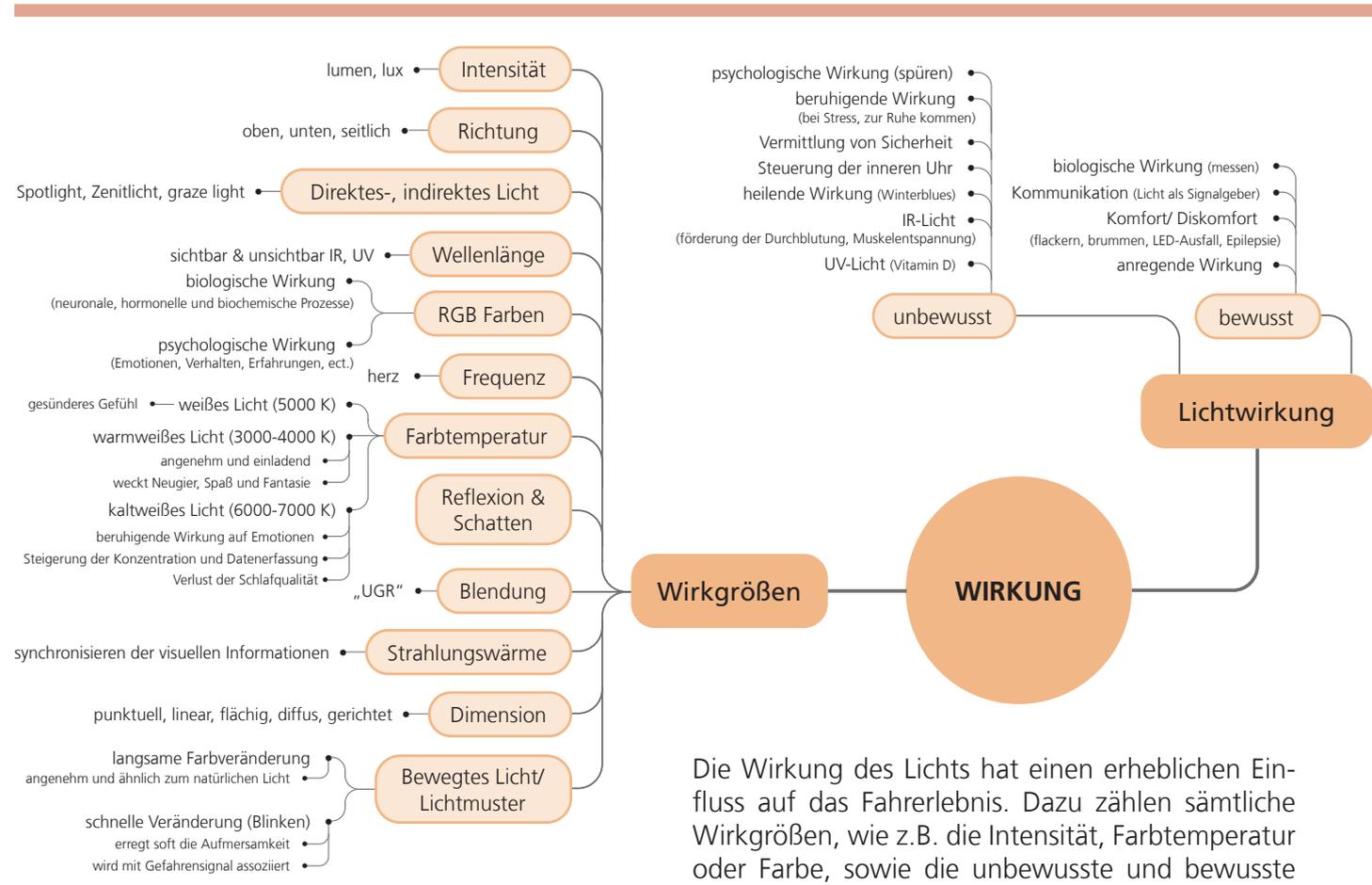


Zum Kontext zählen Einflüsse innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs, wie beispielsweise die Temperatur, die Verkehrslage oder das Wetter.

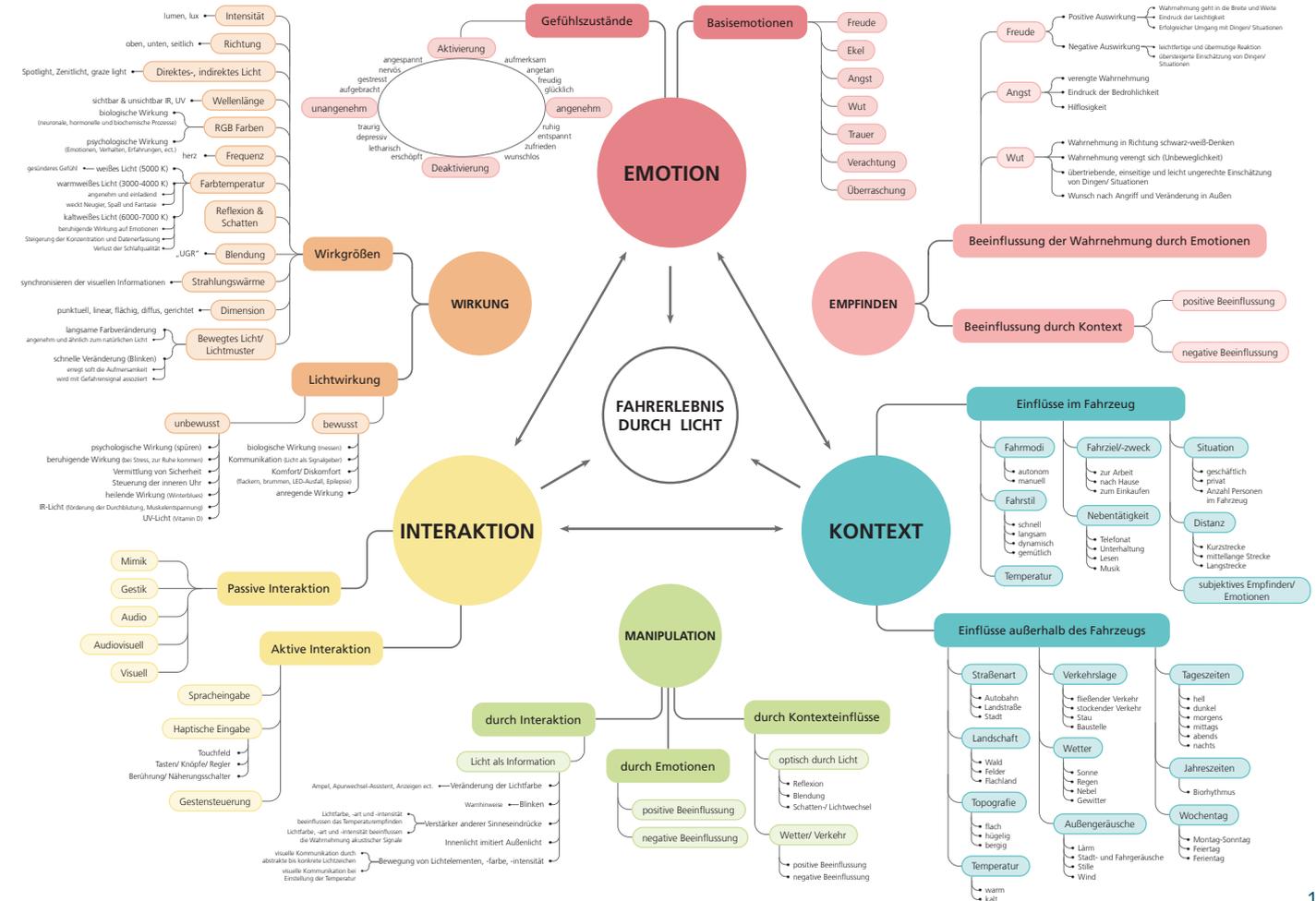
Manipulatoren haben ebenfalls einen großen Einfluss auf das Fahrerlebnis. Eine Manipulation kann entweder durch Emotionen in positiver oder negativer Weise oder durch Kontexteinflüsse optisch durch Licht oder durch das Wetter bzw. den Verkehr erfolgen. Auch die Interaktion zwischen Mensch und Fahrzeug, hier durch das Licht als Informations- und Kommunikationsmittel kann ein Manipulator sein.



Die Interaktion zwischen Mensch und Fahrzeug kann man in eine passive und eine aktive Interaktion aufteilen. Dabei erfolgt die passive Interaktion via Audio, Audiovisuell und Visuell, sowie über die Erfassung von Mimik und Gestik. All das was der Mensch vom Fahrzeug als Signale wahrnimmt und unbewusst wiedergibt. Zur aktiven Interaktion zählt die bewusste Spracheingabe, haptische Eingabe und Gestensteuerung.



Die Wirkung des Lichts hat einen erheblichen Einfluss auf das Fahrerlebnis. Dazu zählen sämtliche Wirkgrößen, wie z.B. die Intensität, Farbtemperatur oder Farbe, sowie die unbewusste und bewusste Lichtwirkung auf den Insassen.



3

USE-CASES

Darstellung anhand fünf Anwendungsfällen

Als Grundlage, um das Fahrerlebnis im Innenraum durch Licht und Farbe bewusst gestalten zu können, dient die Wirkstruktur (siehe S. 11), die alle Einflussfaktoren zusammenfasst. Im Projekt sind beispielhaft fünf Use-Cases entstanden, die jeweils eine alltägliche oder bekannte Situation beschreiben. Eine Emotion des Nutzers wird als Ausgangssituation herangezogen, die durch Licht und Farbe positiv beeinflusst oder verbessert werden soll. Der Kontext gibt den äußeren Rahmen vor, in dem man sich befindet. Mögliche Manipulatoren und die Interaktion, die einen Einfluss auf das Empfinden haben werden berücksichtigt. Durch die entsprechende Lichtwirkung kann somit das Fahrerlebnis verbessert werden.

Das Fahrerlebnis der Nutzer*innen rückt in Zukunft immer stärker in den Fokus der Designer:innen und Entwickler:innen, auch in Hinblick auf das autonome Fahren. Gerade in einer Situation, die Unbehagen auslöst wie beispielsweise durch das teilweise oder komplette Abgeben der Fahraufgabe, können Licht und Farbe als wesentliche Gestaltungsmittel im Fahrzeuginnenraum dazu beitragen, um auf die Bedürfnisse der Nutzer*innen einzugehen. Wie das in Zukunft gelingen könnte, wird im Folgenden in den fünf Use-Cases aufgezeigt.

Use-Case 1

Pendler-Assistent**Problemstellung:**

Müdigkeit, geringe Aufmerksamkeit und körperliche Verfassung

Ziel:

Produktivität, Konzentration; aufmerksam und wach ankommen

Use-Case 2

Fahrerlebnis im Kleinwagen**Problemstellung:**

Kleinwagen bietet die Performance nicht, Unsicherheit, Frust

Ziel:

Sicherheit, Spaß, Performance unterstützen

Use-Case 3

Temperaturempfinden als Erlebnis**Problemstellung:**

Schwitzen im Sommer, Frieren im Winter, schlechte Laune

Ziel:

Empfinden und Stimmung steigern

Use-Case 4

Familien-Urlaubsfahrt**Problemstellung:**

unterschiedliche Bedürfnisse gleichzeitig erfüllen

Ziel:

auf unterschiedliche Bedürfnisse eingehen, entspanntes Ankommen

Use-Case 5

Personalisierung in Sharing-Fahrzeugen**Problemstellung:**

verschmutzter Innenraum, geringes Sicherheitsgefühl/Wohlfühlfaktor

Ziel:

sauberer Innenraum, sicheres und komfortables Ankommen

USE-CASE 1 - Pendler-Assistent

Die folgende Situation ist wahrscheinlich vielen bekannt. Man pendelt Montag morgens früh bei Dämmerung zur Arbeit und ist innerlich noch am Aufwachen. Nebenher kommen schon die ersten Emails auf das Smartphone und vielleicht noch ein Anruf, der die Aufmerksamkeit mindert. Man checkt an der Ampel den Kalender und die Mails, um sich auf die anstehenden Aufgaben und Herausforderungen vorzubereiten. Dann fängt es auch noch leicht an zu regnen und die Fahraufgabe benötigt die volle Konzentration. Wenn zusätzlich durch den Berufsverkehr noch ein Stau hinzukommt, steigt das innere Stresslevel, da man pünktlich zum ersten Meeting im Büro sein möchte. Aus der sprichwörtlichen „Freude am Fahren“ wird der Frust im Stau – und mit dem Stress steigt auch das Risiko eines Fahrfehlers.

Wie kann Licht und Farbe unterstützend eingesetzt werden, damit man während der Fahrt aufmerksam, konzentriert und wach ist und gleichzeitig möglichst entspannt im Büro ankommt?

Der Fahrer wird morgens beim Einsteigen ins Fahrzeug freundlich durch eine angenehme Lichtstimmung begrüßt. Helles und kaltes Licht wirkt aktivierend und hilft beim Aufwachen. Nimmt man an, dass in Zukunft durch das autonome Fahren die Fahraufgabe teilweise entfällt, kann beispielsweise neutralweißes Licht eine gute Arbeitsatmosphäre schaffen und den Fahrenden so ermöglichen, sich vollkommen auf die Arbeitsaufgabe zu konzentrieren. Mails und Anrufe werden über das Interface des Fahrzeugs angezeigt und so geregelt, dass sie auf die eigenen Bedürfnisse während des Fahrens abgestimmt sind. So bleiben wir konzentriert und werden nicht überfordert. Ein intelligenter Stauassistent könnte durch eine beruhigende blaue Farbe unser Stresslevel regeln und zusätzlich eine geeignete, schnellere Route vorschlagen.



USE-CASE 2 - Fahrerlebnis im Kleinwagen

Wenn man mit einem Kleinwagen auf der Autobahn schnell unterwegs ist, bietet dieser oft keine gute Performance. Auf der linken Spur beim Überholen fühlt man sich oftmals sehr unwohl. Dabei ist man noch mehr gestresst, wenn laute Fahrgeräusche bei hohen Geschwindigkeiten oder eine kurvige Strecke dazu kommen. Viele Fahrer ertragen dieses Fahrerlebnis mehr, als dass sie es genießen können.

Dynamisches Licht und bunte Farben im Innenraum können in diesem Szenario die Performance visuell unterstützen, die dem Kleinwagen fehlt. Dabei steht der Spaß beim Fahren im Vordergrund. Ähnlich wie bei einem Mario Kart Spiel würde man in eine neue Welt ein-

tauchen, die durch verschiedene Effekte den Spaß-Faktor erhöht. Durch bewegende Welleneffekte, die von vorne nach hinten durch den Innenraum fließen, könnte der Überholvorgang somit durch bewegtes Licht und mehreren Farben unterstützt werden. Dabei wird ein Flow-Gefühl erzeugt, das wiederum die Müdigkeit reduziert und die Konzentration fördert. Das würde somit dazu beitragen, dass Unfälle reduziert werden können. So würde man - auch in einem gering motorisierten Kleinwagen - statt frustriert und verärgert mit Freude und vielleicht sogar mit einem Adrenalinkick nach der Fahrt am Ziel ankommen.



USE-CASE 3 - Temperaturempfinden als Erlebnis

Wer kennt es nicht: Gerade im Winter, wenn es sehr kalt ist und man durchgefroren ins Auto steigt, möchte man es schnell warm haben. Bis aber die Klimaanlage eine angenehme Temperatur im Innenraum geschaffen hat, dauert es ein wenig und die Laune sinkt rapide in Richtung der niedrigen Temperaturen. Man fühlt sich unwohl und die Konzentration auf das Fahren fällt schwer. Wenn man in der Stadt unterwegs ist, kommt häufig ein Stop and Go-Verkehr dazu und man ist zusätzlich angespannt. Wenn die Klimaanlage nach ein paar Minuten ihre Arbeit geleistet hat und man nach wie vor mit dicker, nun viel zu warmer Jacke im Fahrzeug sitzt, fängt man vielleicht an zu schwitzen und das persönliche Wohlbefinden kommt vollends aus dem Gleichgewicht. Statt der sprichwörtlichen Freude am Fahren entwickeln wir negative Gefühle für ein Fahrzeug, dass sich bei aller Technik nicht auf unser Empfinden einstellen kann. Die Lichtfarbe im Innenraum könnte hier Abhilfe schaffen:

Warme Farben können das eigene Wohlbefinden unabhängig von der kalten Temperatur steigern. Die unterstützende warme Lichtstimmung kann unsere Gefühle Temperatur steigern, auch wenn die reale Temperatur noch nicht unser Wohlfühlniveau erreicht hat. Kühlere Lichtfarben können umgekehrt potenzielles Hitzeempfinden abmildern. Gezielte Lichtfarben können als Puffer für große Temperaturunterschiede wirken und schaffen einen atmosphärischen Ausgleich. Zusätzlich kann ein persönlicher Lieblings-Song das Gemüt erwärmen und die Emotionen positiv beeinflussen. Die Synchronisation aus Musik und der Lichtfarbe macht dabei das persönliche Temperaturempfinden zu einem besonderen Erlebnis.

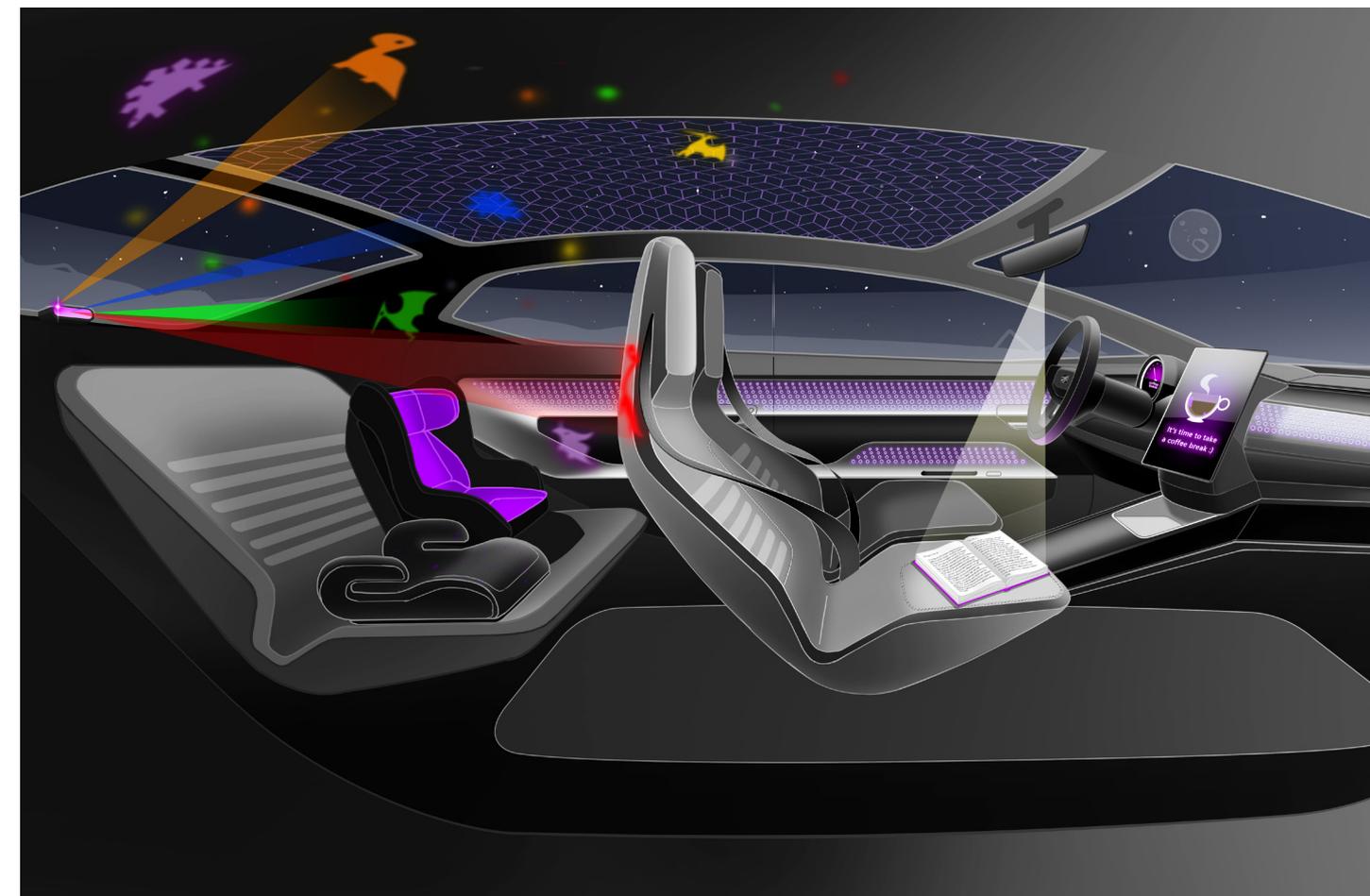


USE-CASE 4 - Familien-Urlaubsfahrt

Bei einer Fahrt in den Urlaub mit der ganzen Familie besteht die größte Herausforderung, auf die unterschiedlichen Bedürfnisse aller Insassen gleichzeitig einzugehen. Die Kinder auf der Rückbank möchten bei der langen Reise beschäftigt werden, gleichzeitig braucht die Mutter am Steuer die volle Aufmerksamkeit und Konzentration auf die Fahraufgabe und der Opa möchte seine Zeitung lesen. Stress und Streit im Auto sind nicht selten der Beginn eines Familienurlaubs. Licht und Farbe können auch das Familiengefühl im Auto positiv beeinflussen. Wenn beispielsweise Langeweile bei den Kindern aufkommt, könnten verschiedene Lichtspiele für unterschiedliche Altersgruppen zum Einsatz kommen. Eine Mobile-Projektion aus bunten bewegenden Licht-

elementen entspannt auf unserer Fahrt erhitze Kinder gemüter. Für das konzentrierte Lesen der Zeitung wird beim Beifahrer ein Leselicht nur in seinem Bereich eingesetzt. Der Bereich der Mutter als Fahrerin wird durch ein indirektes, helles Licht ausgeleuchtet, um ihre Konzentration und Aufmerksamkeit zu steigern.

Die Szenarien zeigen beispielhaft, wie Licht und Farbe als wirksamer Lifestyle Upgrade in Fahrzeugen eingesetzt werden kann. Das Wohlbefinden und das Vertrauen der Nutzer werden gefördert, indem wir den Lebensraum Auto angenehmer und individueller gestalten.



USE-CASE 5 - Personalisierung in Sharing-Fahrzeugen

Stellen Sie sich vor, sie sind mit dem Zug in einer Großstadt angekommen und möchten zügig ins Hotel, da es schon spät geworden ist. Sie entscheiden sich für ein Sharing-Fahrzeug. Anders als ihr privates Fahrzeug ist ihr Leihfahrzeug nicht auf sie eingestellt und personalisiert. Oft wird ein Sharing-Fahrzeug nur für eine kurze Strecke eingesetzt und bis man sich in diesem fremden Fahrzeug zurechtfindet, ist die Fahrt auch meist schon vorbei. Der Wohlfühlfaktor und das Sicherheitsgefühl bleiben da oft auf der Strecke. Wenn es draußen bereits dunkel ist, können eigene Gegenstände oder eigener Müll leicht vergessen werden.

Licht und Farbe können auch hier gezielt eingesetzt werden, um den Fahrkomfort in Leihfahrzeugen zu erhöhen und in einem fremden Fahrzeug eine persönliche Atmosphäre schaffen:

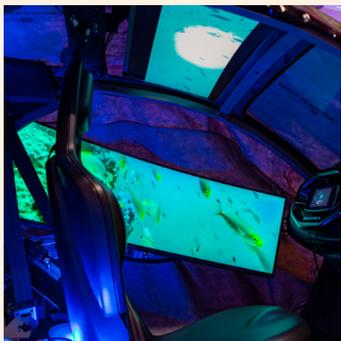
Zu Beginn einer Fahrt wird man durch eine angenehme Lichtstimmung im Fahrzeug freundlich begrüßt. Auf die Sitzfläche könnte ein personalisierter Schriftzug projiziert werden. Um der anfänglichen Überforderung in einem fremden Fahrzeug entgegenzuwirken, können Lichtspots im Innenraum helfen, indem sie gezielt die zu bedienenden Elemente anleuchten. Unterschiedliche Farben und nutzerfreundliche Bedienhilfen erleichtern den Umgang und schaffen Vertrauen. Über Lichtspots werden vergessene Gegenstände am Ende der Fahrt beleuchtet, so dass nichts Persönliches im Fahrzeug vergessen wird. Der nachfolgende Nutzer wird davon ebenso profitieren und sich nicht über den Müll des Vorgängers ekeln müssen.



4

TECHNISCHE REALISIERUNG

Prototypische Umsetzung am Fahrzeug



Um die Wirkstruktur indikativ erproben zu können, wurden Teilaspekte der beschriebenen Use Cases prototypisch umgesetzt und in Laborexperimenten getestet. Zur möglichst schnellen und einfachen Realisierung der Ideen wurde der Aufbau und die Verwendung früher Prototypen gewählt, die nur solche Teilaspekte zukünftiger Lösungen technologisch umsetzen, die im Fokus der Untersuchung stehen. Große Bildschirme an Türen und Dachhimmel eines umgebauten Kleinst-Fahrzeugs ermöglichten dabei die flexible Anzeige verschiedenster Lichtwelten. Zum Aufbau der Prototypen wurde auf die interdisziplinären Kompetenzen und Labore des Projektteams der Fraunhofer-Institute IAO und IBP, sowie des IAT der Universität Stuttgart zurückgegriffen.

Mobility Innovation Lab

Grundlage, um vielversprechende Ideen frühzeitig erleben zu können, ist das Mobility Innovation Lab am Fraunhofer IAO in Stuttgart. Die moderne Forschungsumgebung für Prototyping und Kreativworkshops bietet schon heute einen Ausblick auf die Features des Fahrens von morgen:

Ein umgebautes Fahrzeug interagiert mit Fußgängern, ein elektrischer Dreirad-Roller gibt einen Ausblick auf eine nachhaltige urbane Mobilität und ein futuristisches Fahrzeugcockpit mit modularem Armaturenbrett, schaltbaren Scheiben, Sitzen mit Relax-Position, ausklappbaren Tischen und ausfahrbarem Monitor demonstriert das Innenraum-Erlebnis der Zukunft. Die Lösungen können in einer Virtual-Reality-Umgebung erprobt und anhand von im Rapid-Prototyping-Verfahren erstellten Prototypen demonstriert werden.

Für weitere und ausführliche Informationen besuchen Sie unsere Homepage und nehmen Sie Kontakt mit uns auf:

<https://www.iao.fraunhofer.de/de/labors-ausstattung/mobility-innovation-lab.html>



Nutzerexperiment

Um den Einfluss von verschiedenen Lichtinteraktionen auf den Fahrer zu überprüfen, wurde ein qualitatives Experiment mit 17 Probanden durchgeführt. Mit Hilfe des Fahrzeugprototypen und einer Beamerleinwand wurden drei verschiedene Fahrscenarien dargestellt. Das erste Szenario zeigt eine Fahrt durch die Straßen New Yorks bei dichtem Verkehr, das Zweite eine Fahrt in der Abenddämmerung bei starkem Regen und das Dritte eine Fahrt entlang der Küste Malibus bei strahlendem Sonnenschein. Die einzelnen Lichterinteraktionen wurden sowohl mit Hilfe der Bildschirme in den Türen und im Dach des Fahrzeuges als auch dem integrierten Ambientlight umgesetzt. Grundlage für die Wahl der Lichtfarben und Intensitäten war eine umfangreiche Literaturrecherche zu psychologischen Wirkungsprinzipien von Licht. Die Probanden erlebten jede Situation einmal ohne und einmal mit entsprechender Lichtinteraktion. Anhand von Interviews und Vitaldaten der Probanden konnte ermittelt werden welche Lichtinteraktionen positive und welche negativen Effekte erzeugen. Die Ergebnisse und Erkenntnisse der Studie werden in einer wissenschaftlichen Publikation mit dem Titel „Enhancing driver's experience through emotion sensitive lighting interaction“ im Juli 2022 auf der AHFE Konferenz in New York vorgestellt.



Prototypische Umsetzung der Objekterkennung

Erkennung von vergessenen Gegenständen aus dem Szenario 5: Die Mitfahrer eines autonomen Sharing-Fahrzeugs sollen darauf aufmerksam gemacht werden, wenn persönliche Gegenstände oder Müll im Fahrzeug vergessen werden. Um entsprechende Assistenten zu realisieren, wird ein neuronales Netz mit Bildern des Fahrzeuginnenraums trainiert. Verschiedene Gegenstände werden dafür vor einem Greenscreen aufgenommen und dann mit den Fahrzeugbildern verbunden, um einen robusten Datensatz für das Trainieren des neuronalen Netzes zu generieren.



KONTAKT

KARIN BOBKA (M.Sc.)

Innovation Design

Forschungsbereich Mobilitäts- und Innovationssysteme
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
Universität Stuttgart | Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT

karin.bobka@iao.fraunhofer.de

+49 711 970-2274