

Konzeption und Entwicklung eines kontextbasierten Infotainmentsystems im Automotive-Sektor

Kurzfassung der Masterarbeit

im Studiengang
Computer Science and Media

vorgelegt von

Rafael Janetzko
Matr.-Nr.: 40190

am 31. Januar 2022
an der Hochschule der Medien Stuttgart

zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science (M.Sc.)

Erst-Prüfer: Prof. Dr. Andreas Koch
Zweit-Prüfer: Dipl.-Inf. Marcel Dausend

1 Einleitung

Diese Masterarbeit beschäftigt sich mit der Konzeption, Entwicklung und Evaluation eines kontextbasierten Infotainmentsystems, dessen Perzeption durch die Nutzer des Systems, sowie die Auswirkung auf den Entwicklungsprozess eines Automobilherstellers.

Die Grundhypothese dieser Arbeit ist, dass ein kontextbasiertes Infotainmentsystem dem Nutzer dabei hilft, die Bedienung des Fahrzeugs zu vereinfachen, die Ablenkung zu minimieren und das Wohlbefinden zu steigern.

2 Definition von „kontextbasiert“

Ein Kontext entsteht durch die relevanten Informationen der Umgebung, die durch Sensoren erfasst werden können. Diese Informationen können nach Relevanz unterschiedlich priorisiert und verarbeitet werden. Ein Kontext kann beliebig komplex aufgebaut werden. Die Herausforderung besteht darin, die richtige Auswahl an Informationen aus dem Kontext zu bestimmen und diesen zu klassifizieren.

Bei der Klassifizierung kann zunächst zwischen globalen, externen sowie internen Kontexteinflüssen unterschieden werden (Abbildung 1).

Kontextbasiert bedeutet, dass sich das Verhalten und die Funktionalität des kontextsensitiven Systems aufgrund der bereitgestellten Informationen ändert. Das Verhalten kann innerhalb der folgenden drei Kategorien eingeordnet werden:

1. Das automatisierte Ausführen von Funktionen
2. Informationen speichern, um späteres Abrufen zu unterstützen
3. Änderung der Darstellung von Diensten und Informationen

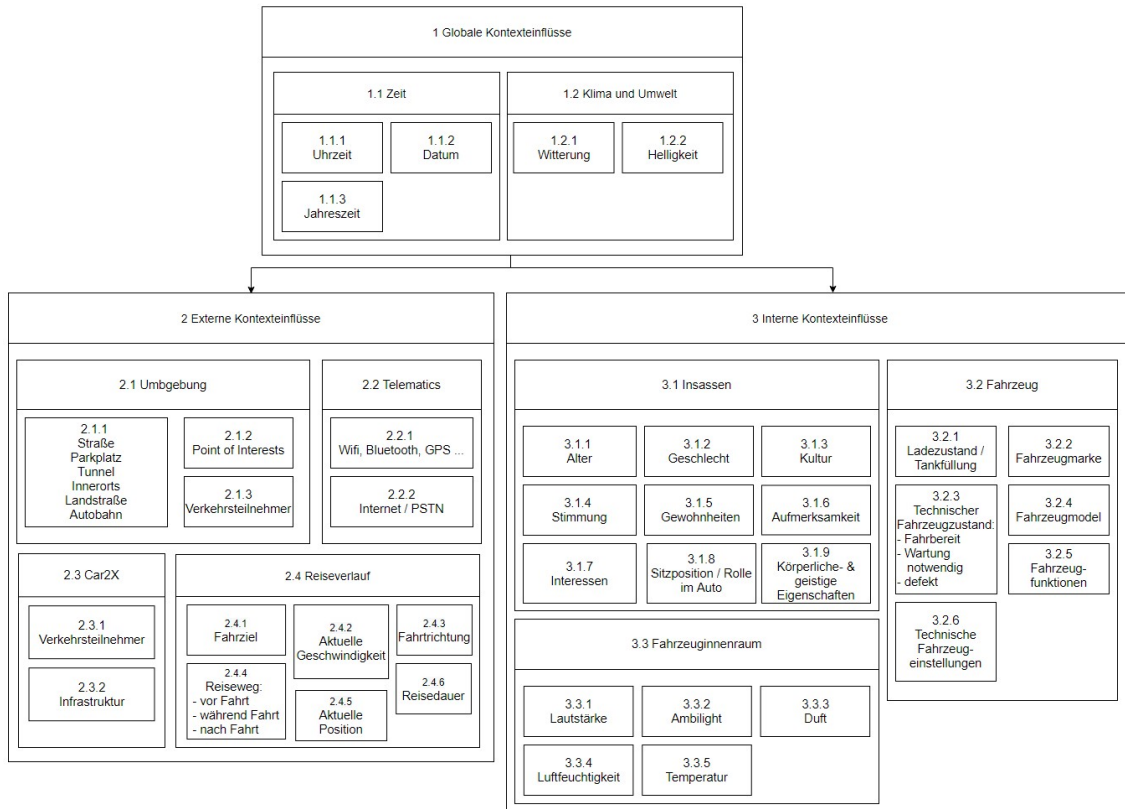


Abbildung 1: Strukturierung der Kontexteinflüsse
Eigene Darstellung in Anlehnung an Schilit et al., Dey et al., Brown et al., Tom Rodden et al.

3 Definition Infotainmentsysteme

Der Name „Infotainment“ setzt sich aus Information und Entertainment zusammen. Ein Infotainmentsystem soll somit der Entlastung, der Informationsbeschaffung und des Entertainments dienen. Infotainmentsysteme besitzen ein eigenes Steuergerät. Dabei handelt es sich um Hardware mit eigener CPU, eigenem Arbeitsspeicher und weiteren anwendungsspezifischen Komponenten.

Viele Infotainmentsysteme bieten zudem die Möglichkeit ihre Funktionalität mittels Drittgeräten, wie Smartphones, zu verbinden, zu erweitern oder Applikationen direkt auf dem System nachzinstallieren.

Das Gesamtsystem wird oftmals als Infotainment bezeichnet, dieses kann innerhalb eines Fahrzeugs in mehrere Bereiche unterteilt werden:

1. Dem Clusterboard oder auch „Electronic Instrument Cluster“ genannt
2. Das eigentliche Infotainmentsystem, auch „Head-Unit“ genannt
3. Das “Rear Seat Entertainment System”

Der Vorteil von Infotainmentsystemen umfasst neben den Unterhaltungs- und Komfortfeatures auch Echtzeitdaten der Fahrassistenz- und Sicherheitssysteme.

Wohingegen der Ablenkungsfaktor einen großen Nachteil für die Verkehrssicherheit darstellt. Dieser kann durch geeignete Platzierung und Auswahl der Interaktionsmethodik beeinflusst werden. Dabei spiegelt die Priorisierung die Wichtigkeit und Häufigkeit der Nutzung von Infotainmentfunktionen wider, um die Ablenkung möglichst gering zu halten.

Die Fahraufgabe des Fahrers hat die höchste Priorität und wird daher als primäre Aufgabe bezeichnet. Sie erfüllt die eigentliche Funktion des Fahrzeugs. Als sekundäre Aufgaben werden Aufgaben bezeichnet, die den Fahrer bei der primären Aufgabe unterstützen. Als tertiäre Aufgaben werden Tätigkeiten bezeichnet, die während der Fahrt nicht zwingend notwendig sind, aber dem Komfort dienen.

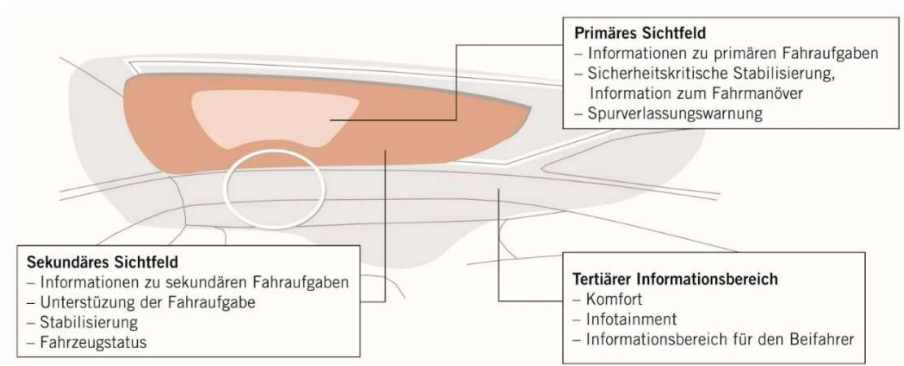


Abbildung 2: Cockpit eines Fahrzeugs mit den drei Sichtfeldern (Abel, 2019)

4 Nutzerorientiertes, kontextbasiertes Infotainmentsystem

Ein Infotainmentsystem agiert mit dem Nutzer. Daher sollte dieser auch bei einem kontextbasierten Infotainmentsystem im Mittelpunkt stehen. Studien zeigen, dass Faktoren, wie der Verkehr, soziale Interaktion mit den Fahrzeuginsassen und Interaktion mit dem Infotainmentsystem, den Nutzer beeinflussen können. Ein angepasstes Nutzererlebnis kann auf emotionaler Ebene Vertrauen zwischen dem Nutzer und dem System aufbauen. Dies kann dazu führen, dass sich der Nutzer wohler fühlt, sich die Reaktionen verbessern und dafür sorgen, dass der Nutzer sicher fährt. Potenziell negative Effekte sollten innerhalb von Fahrsimulationen auf Performance und Sicherheit geprüft werden. Emotionen des Nutzers können in positive und negative Emotionen kategorisiert werden. Das Modell von Russel (Abbildung 3) umfasst die sechs grundlegenden Emotionen Angst, Wut, Freude, Traurigkeit, Ekel und Überraschung.

Ein kontextsensitives Infotainmentsystem sollte dafür sorgen, dass sich die Emotionen des Nutzers möglichst weit rechts in diesem Modell bewegen, um ein sicheres und angenehmes Fahren zu ermöglichen. Hierfür könnte das kontextsensitive Infotainmentsystem mittels eines virtuellen Beifahrers durch anpassen von Musik, Duft oder dem Ambient-Light, eine für den Nutzer geeignete Atmosphäre schaffen.

Bei der Schaffung einer geeigneten Atmosphäre ist der Nutzer dem System stets übergeordnet und kann bei Bedarf die Anpassungen manuell vornehmen. Bei der automatischen Erstellung der Atmosphäre muss das System darauf achten, wie der Nutzer sich fühlt und welche Einflüsse auf ihn einwirken. Ist der Fahrer zum Beispiel müde, so wäre eine entspannende Umgebung aus Gründen der Sicherheit unangebracht.

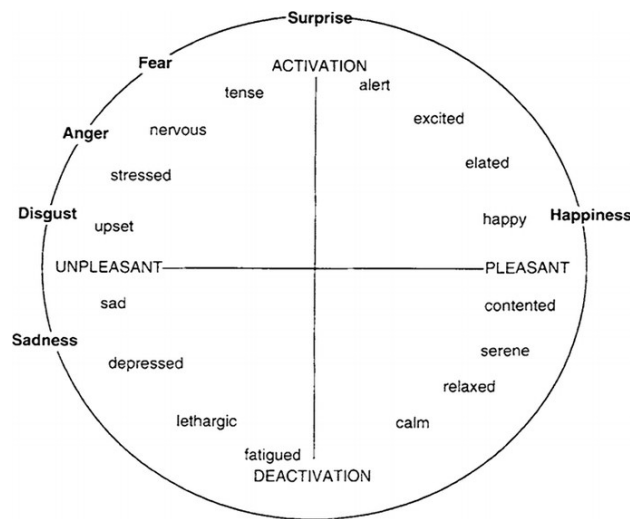


Abbildung 3: Russells Kreismodell der Emotionen (J.A. Russell, 1980)

Damit sich Infotainmentsysteme an den Kontext der Insassen anpassen können, werden Algorithmen, die den Zustand des Nutzers und dessen Emotionen erkennen, benötigt. Dadurch, dass der Computer beginnt den Nutzer zu verstehen, kann die Interaktion zwischen Mensch und Computer profitieren. Systeme, die auf Gefühle und Verhalten des Nutzers reagieren, werden affektive Systeme genannt. Die Emotionsinduktion erfolgt durch indirekte Reize, das Spiegeln von Emotionen oder aktiver Interaktion. Zur Auswertung benötigt ein solches System jedoch zusätzliche Hintergrundinformationen zur Kultur oder demographischen Einflüsse.

5 Designprozess einer kontextbasierten Anwendung

Der Designprozess kontextbasierter Anwendungen, der zu einem kontextbasierten System führt, kann in fünf sequenzielle Schritte eingeteilt werden (Abbildung 4). Dabei sind darauffolgende Schritte von den vorherigen abhängig. Der erste Schritt im Designprozess ist die Spezifikation. Im zweiten Schritt, der Erfassung, wird ermittelt, welche Hardware und Sensorik nötig ist, um die Kontexteinflüsse aus dem ersten Schritt erfassen zu können. Im dritten Schritt, der Bereitstellung, geht es darum Methoden zu entwickeln, die den Kontext an verschiedene Teile der Software im Infotainment anbieten können. Der vierte Schritt ist die Wahrnehmung, dabei wird geprüft, ob die Informationen genutzt oder verworfen werden können. Im fünften Schritt, der Aktion, geht es um das Ausführen des kontextsensitiven Verhaltens.

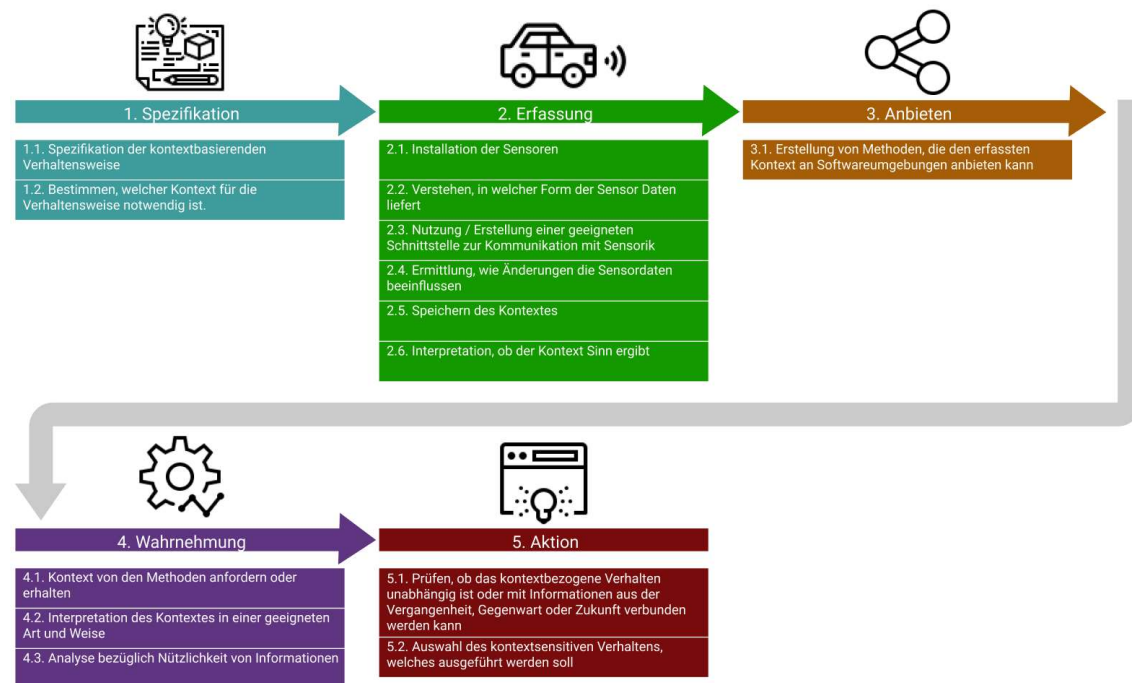


Abbildung 4: Designprozess einer kontextsensitiven Anwendung.

Quelle: Eigene Darstellung

6 Beispielhafter Prototyp

Im Rahmen der Masterarbeit dient folgendes Beispiel als Referenz eines kontextsensitiven Infotainmentsystems. Dabei geht es um eine nutzergerechte Anpassung des Systems. In den folgenden beiden Grafiken ist das Menü zunächst für ein Kind (Abbildung 5) und darauffolgend für einen Rentner (Abbildung 6) angepasst.

Die Anpassung der beiden Menüs ist sowohl in den Apps als auch in der Auswahl und der Darstellung erkennbar.

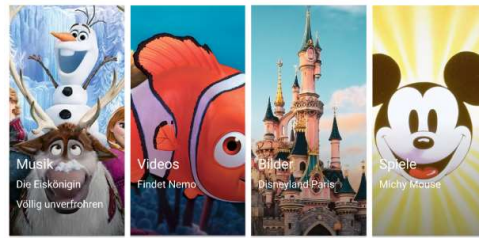


Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung des Menüs für ein Kind

Quelle: Eigene Darstellung



Abbildung 6: Beispielhafte Darstellung des Menüs für einen Rentner

Quelle: Eigene Darstellung

6.1 Personenerfassung

Um eine Person für diesen Anwendungsfall erkennen und identifizieren zu können, werden biometrische Daten verwendet. Diese Daten dienen dazu, individuelle biometrische Verhaltens- oder Körpermerkmale zu erkennen, welche folgende Eigenschaften aufweisen müssen:

- Messbarkeit: Es muss eine Messgröße existieren, die durch Sensoren erfasst werden kann.
- Universalität: Das Merkmal kommt bei allen Personen vor.
- Einmaligkeit: Ein Messwert oder die Kombination mehrerer Messwerte können einer Person eindeutig zugewiesen werden.
- Konstanz: Der Messwert wird weder durch Umwelteinflüsse noch durch den Alterungsprozess der Person verfälscht.
- Manipulationssicherheit: Das Merkmal ist resistent gegenüber Manipulation.

Die biometrische Datenerfassung kann dabei in drei Klassen kategorisiert werden:

1. aktiv und passiv – muss der Nutzer bei der Erfassung aktiv eine Handlung tätigen oder nicht?
2. verhaltens- und physiologiebasiert – wie verhält sich der Nutzer und was für Körpereigenschaften hat dieser?
3. dynamisch und statisch – verändern sich diese Attribute oder bleiben sie konstant?

Die Nutzung mehrerer Merkmale zur Identifikation erhöht die Erkennungssicherheit, das heißt die Konfidenz den richtigen Nutzer identifiziert zu haben steigt. Hierbei spricht man von einer Multifaktor Authentifizierung.

Im ausgeführten Beispiel werden neuronale Netze dazu trainiert Personen zu erkennen, Geschlechter zu identifizieren und das Alter einzuschätzen. Die Verarbeitung der Daten zum Erhalt der Information erfolgt dabei in mehreren Schritten (Abbildung 7).

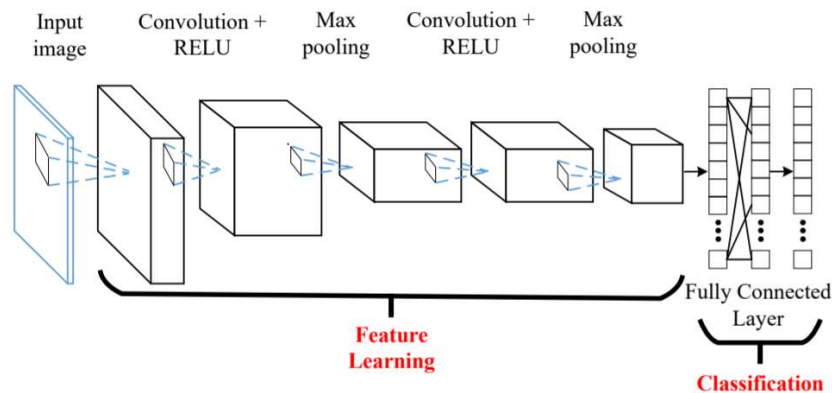


Abbildung 7: Beispielhafter Aufbau CNN
Quelle: (Patrik Kamencay, 2017)

Das Resultat ist eine Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit des Eingabebilds zu einer Ausgabeklassen. Dadurch ergibt sich in dem nachfolgenden Beispiel, durch die klasseaussagekräftigen Neuronen und dem errechneten Mittelwert, eine Wahrscheinlichkeit von 0,93% für die Frau (Abbildung 8).

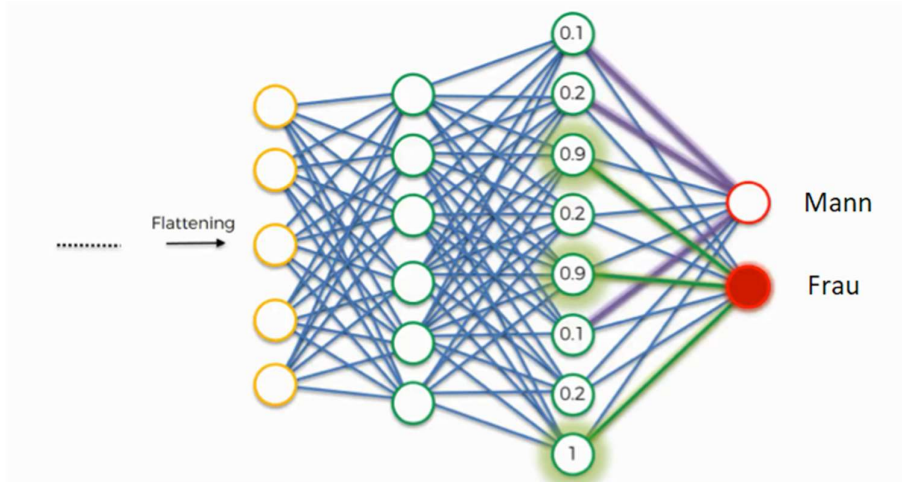


Abbildung 8: Beispielhafte Darstellung eines Fully Connected Layers
 Quelle: (SuperDataScience Team, 2018)

6.2 Kontexterfassung und Verteilung

Da der Kontext beliebig komplex erfasst und strukturiert werden kann, soll die Struktur der Software diesem entgegenkommen und möglichst flexibel und erweiterbar sein. Es bietet sich daher an, das entwickelte System modular aufzubauen. Dabei werden einzelne Services, die im Hintergrund ausgeführt werden, zur Aufbereitung und Bereitstellung von Kontextinformationen genutzt. Die gesammelten Informationen müssen dann für aktuelle Zwecke und eine spätere Verwendung gespeichert werden, da ein Kontext auch abhängig von zeitlichen und wiederholenden Ereignissen notwendig sein kann. Diese Informationen können dann von verschiedenen Anwendungen abgerufen werden (Abbildung 9).

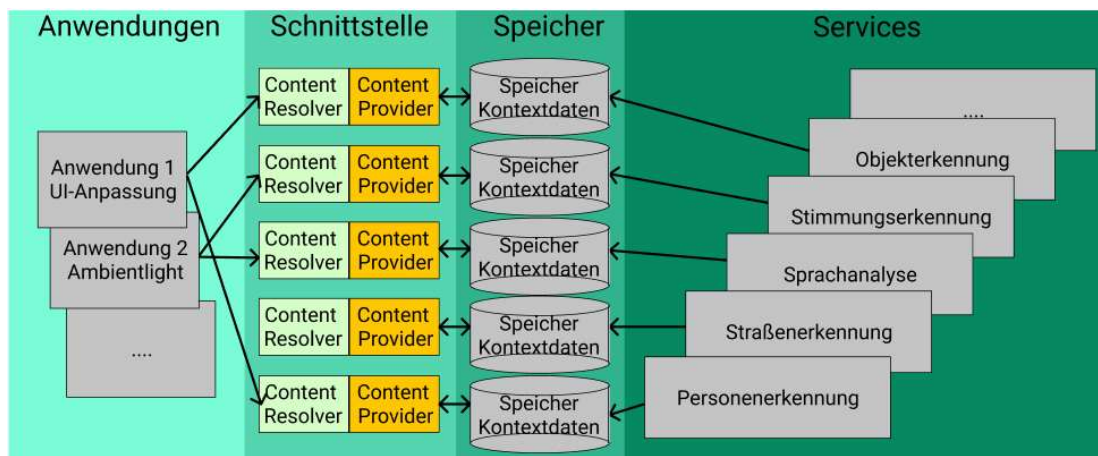


Abbildung 9: Struktureller Aufbau der Nutzung, Bereitstellung, Speicherung und Erfassung von Kontextdaten
 Eigene Darstellung

6.3 Ablauf der Verarbeitungsschritte des kontextsensitives Infotainmentsystems

Das System zum Erfassen des Nutzers besteht aus Kamerasensoren und der verarbeitenden Hardware zur Gesichtserfassung. Dieses System erstellt Bilder des Nutzers, wertet diese nach biometrischen Informationen, wie Alter, Geschlecht und weiteres, aus.

Um diese Informationen für sofortige oder spätere Anwendungsfälle nutzen zu können, werden sie in einer Datenbank abgespeichert. Von dort aus können sie von den unterschiedlichen Teilsystemen abgerufen werden. Bei diesem Datenbanksystem handelt es sich um eine MongoDB NoSQL-Datenbank, da diese gut für flexible Datenstrukturen geeignet ist. Dies ist notwendig, da die Menge und Art der Daten stark variieren kann. Des Weiteren können Änderungen der Datenstruktur leichter angepasst werden. Dies ist ein großer Vorteil gegenüber einer SQL-Datenbank, da ein kontextsensitives System dadurch erweitert oder verändert werden kann.

Im Frontend nutzt das System diese Daten. Um zu prüfen welches Theming zum aktuellen Kontext am besten passt. Der Abgleich eines Themes mit einem Kontext erfolgt somit ähnlich zu einer Suchmaschine.

Ein Theming kann dabei schon vorinstalliert sein, als auch online von einem weiteren Backend, auf dem die Themes hinterlegt sind, bezogen werden. Somit kann die Auswahl eines Themes über die bereits lokal installierten als auch online verfügbaren Themes erfolgen. Sofern kein Theming für den Kontext zutreffend ist, wird das Standard Theming aktiviert.

Um die Nutzererfahrung zu optimieren, soll der Nutzer jederzeit in der Lage sein das kontextsensitive System zu deaktivieren. Deaktiviert der Nutzer das System, so wird das Standard Theming aktiviert.

Ein Standard Theme ist das vom Hersteller vordefinierte Theme, sofern vom Nutzer keine eigene Auswahl getroffen wurde. Wenn der Nutzer vor dem Start des kontextsensitiven Service ein Theme manuell ausgewählt hat, so wird dies als Standard Theme gesetzt. Demnach wird immer das Theme mit der spezifischsten Übereinstimmung aktiviert.

7 Ausblick

Für weitere Entwicklungen und Ausarbeitungen sollte die Erweiterung durch kontextsensitive Apps, die Daten des kontextsensitiven Systems nutzen, erfolgen. Darüber hinaus muss das System für den Praxisgebrauch geprüft werden. Diese Prüfung dient dazu, den Einflussfaktor eines solchen Systems im Straßenverkehr zu evaluieren, als auch die Akzeptanz der Nutzer ermitteln zu können.

7.1 Erweiterung durch kontextsensitive Apps

Auf einem kontextsensitiven System können kontextsensitive Apps und konventionelle Apps koexistieren. Durch das kontextsensitive System können Parameter verändert werden, die sowohl eine klassische App als auch eine kontextsensitive App beeinflussen. Für kontextsensitive Apps bietet das kontextsensitive System die Informationen zum Kontext über definierte Schnittstellen an. Eine kontextsensitive App kann die Daten des Systems spezifischer für eigene Zwecke nutzen. Das bietet den Vorteil, dass der kontextsensitive Umfang enorm steigt und auf den Nutzen der App spezifiziert werden kann. Dadurch ist es Drittanbietern möglich, eigene kontextsensitive Apps für das kontextsensitive System entwickeln zu können.

7.2 Evaluation im Fahrsimulator

Da sich das Fahren eines Fahrzeugs in einer sicherheitsrelevanten Umgebung befindet, muss der Ablenkungsfaktor eines kontextsensitiven Systems gegenüber einem klassischen, nicht kontextsensitiven Systems geprüft und evaluiert werden. Dazu kann eine sichere Umgebung, wie ein Fahrsimulator, genutzt werden. Neben dem Ablenkungsfaktor soll besonders auf die Ausfallsicherheit geachtet werden, da ein Infotainmentsystem viele unterstützende Funktionen während einer Fahrt anbietet. Ein Ausfall während einer Fahrt würde zu einer Ablenkung des Fahrers führen.

Hinzu kommt, dass Fahrzeuge immer mehr autonome Funktionen, wie das autonome Fahren, besitzen. Somit muss der Umfang eines kontextsensitiven Systems in dessen Abhängigkeit geprüft werden. Je weniger sich der Insasse auf die Primäraufgabe konzentrieren muss, desto mehr darf das System und dessen Oberfläche variieren, so dass sich der Nutzer weiterhin zurechtfindet. Im Idealfall soll das kontextsensitive System durch entsprechendes Verhalten den Ablenkungsfaktor verringern.

7.3 Kritik

Das automatisierte Verarbeiten von personenbezogenen Daten wird in mehreren Bereichen der IT kritisch betrachtet, wobei dieses Vertrauen, beziehungsweise Misstrauen, individuell stark zwischen den Nutzern variiert. Faktoren wie die Kultur, Herkunft, Erziehung, Politik, Missbrauchsfälle und Weiteres prägen das Ansehen stark. Daher sollte der Nutzer nicht bevormundet werden und stets die Möglichkeit besitzen, diese Art der Datenverarbeitung beeinflussen oder auch deaktivieren zu können. Denn selbst wenn der Nutzer volles Vertrauen zum System haben sollte, so kann es dazu kommen, dass ein Kontext durch das System fehlinterpretiert wird. Dies kann auch bei persönlichen Merkmalen vorkommen, die technisch nicht automatisiert erfasst werden können. Die Akzeptanz, sowie die Einflussfaktoren und Auswirkung eines solchen Systems, sollten in weiteren Ausarbeitungen genauer untersucht werden.