

Konzipierung eines autonomen Familienfahrzeugs

Tobias Schröder, Torben Stolte, Robert Graubohm, Inga Jatzkowski,
Prof. Dr. Markus Maurer

Technische Universität Braunschweig,

Institut für Regelungstechnik,

{schraeder, stolte, graubohm, jatzkowski, maurer}

@ifr.ing.tu-bs.de

Kurzfassung

In den vergangenen Jahren wurden durch mehrere Hersteller Konzepte für autonom fahrende Fahrzeuge präsentiert, die auf unterschiedliche Anwendungsfälle abzielen. Keines der bekannten Fahrzeugkonzepte ist jedoch speziell für den generationenübergreifenden Einsatz im Alltag einer Familie konzipiert. In diesem Beitrag werden erste Überlegungen zur Konzipierung eines autonomen Familienfahrzeugs vorgestellt. Unter anderem kann ein solches autonomes Familienfahrzeug auch von den Familienmitgliedern selbstständig genutzt werden, die bei der Nutzung konventioneller Fahrzeuge auf die Hilfe einer weiteren Person angewiesen sind. Darüber hinaus sollte dieses Fahrzeug über die Ausstattungsmerkmale eines Privatfahrzeugs verfügen. Damit die für eine bestimmte Nutzergruppe erforderliche Begleitperson durch die Automatisierung der Fahraufgabe entfallen kann, muss auch der Entfall der Nebentätigkeiten der Begleitperson durch technische Maßnahmen kompensiert werden. Es ist sicherzustellen, dass insbesondere keiner der Insassen, die ansonsten auf eine Begleitperson angewiesen wären, durch die Fahrzeugnutzung zu Schaden kommt. Ausgehend von einer ersten Anforderungsanalyse aus Sicht der unterschiedlichen Nutzergruppen einer Familie werden die notwendigen Eigenschaften, über die ein derartiges Fahrzeug verfügen muss, beschrieben. Es folgen Vorschläge zur technischen Umsetzung sowie ein Ausblick auf weitere Entwicklungsschritte.

Diese Forschungsarbeiten wurden im Rahmen des Projekts „UNICARagil“ durchgeführt (FKZ 16EMO0285). Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung des Projekts durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Wir bedanken uns besonders bei allen Mitgliedern des Konsortiums für ihren Beitrag zu dieser Veröffentlichung.

Einleitung

Aufgrund körperlicher Einschränkungen oder eines zu geringen Alters ist nicht allen Menschen die selbstständige Nutzung eines Pkws möglich. Kann das Mobilitätsbedürfnis der Betroffenen nicht durch ein öffentliches Verkehrsmittel gedeckt werden, ist die Begleitung durch eine fahrtüchtige Person erforderlich. Dabei handelt es sich oftmals um ein Familienmitglied der begleiteten Person. Vorstellbare Szenarien sind beispielsweise die Begleitung älterer Personen zum Arzt oder die Fahrt der Kinder zur Schule. So wird insbesondere bei Familien mit minderjährigen Kindern ein großer Teil der Fahrten zum Zweck der Begleitung durchgeführt (Follmer, 2004).

Die Personen, die begleitet werden müssen, sind zur Erfüllung ihrer Mobilitätsbedürfnisse auf die Verfügbarkeit einer fahrberechtigten Person angewiesen. Andererseits bedeuten die Fahrten zum Zweck der Begleitung zeitaufwändige Verpflichtungen für die fahrende Person, die diese in der Gestaltung ihres Alltags ebenso einschränken. Ein Fahrzeug, das von allen Familienmitgliedern selbstständig genutzt werden kann, bietet demzufolge einen Mehrwert durch eine erhöhte Autonomie für alle Familienmitglieder.

Für ein solches familiengerechtes Fahrzeug bildet die durchgehende Automatisierung der Fahraufgabe die Grundlage. Bedacht werden muss jedoch, dass die Begleitperson neben der Fahraufgabe wichtige Nebenaufgaben erfüllt. Durch den Entfall der Begleitperson müssen diese Nebenaufgaben ebenfalls in einem Konzept für ein autonomes Familienfahrzeug berücksichtigt werden. Erst durch die Verfügbarkeit dieser Nebenaufgaben wird den zu begleitenden Personen eine sichere Nutzung des Fahrzeugs ermöglicht.

In den folgenden Abschnitten werden die ersten Überlegungen zur Konzipierung eines autonomen Familienfahrzeugs beschrieben, indem zunächst die potentiell Nutzenden des Fahrzeugs gemeinsam mit dem Anwendungsfall einer begleiteten Fahrt in einem konventionellen Pkw betrachtet werden. Davon ausgehend werden die erforderlichen Anforderungen an das Fahrzeug abgeleitet. Daraufhin werden Vorschläge zur technischen Umsetzung gemacht. Der Beitrag schließt mit einem Ausblick auf weitere Fragestellungen, die es bei der Entwicklung eines autonomen Familienfahrzeugs zu beachten gilt, sowie einem Vergleich des hier vorgestellten Konzepts mit Konzepten fahrerloser Fahrzeuge, die durch verschiedene Hersteller präsentiert wurden.

Projektkontext

Im Rahmen des BMBF-geförderten Projektes UNICAR*agil* ist die prototypische Umsetzung eines autonomen Familienfahrzeugs, der AUTO*elfe*, geplant. UNICAR*agil* wird von einem Konsortium aus sieben deutschen Universitäten und sechs Industriepartnern durchgeführt. Ziel des Projektes ist es, vier fahrerlose Fahrzeuge, die auf der gleichen modularen Plattform basieren, bis Februar 2022 prototypisch zu realisieren. Dabei stellt jedes der vier Fahrzeuge einen eigenen Anwendungsfall automatisierter Fahrzeuge dar. Neben dem in dieser Veröffentlichung thematisierten Familienfahrzeug werden ein fahrerloses Taxi, das AUTO*taxi*, ein autonomes Lieferfahrzeug für Paketsendungen, das AUTO*liefer*, sowie ein Fahrzeug für den öffentlichen Personennahverkehr, das AUTO*shuttle*, entwickelt. Die vier Fahrzeuge weisen aufgrund ihres modularen Aufbaus eine große äußerliche Ähnlichkeit auf. Die Innenräume werden jedoch mit dem Bestreben, die Fahrzeuge möglichst nutzerorientiert zu gestalten, unabhängig voneinander entwickelt. Eine ausführliche Projektvorstellung inklusive aller betrachteten Forschungsinhalte erfolgte durch Woopen et. al (2018).

Nutzer eines autonomen Familienfahrzeugs

Der bereits erwähnte Anspruch an das hier vorgestellte Familienfahrzeug ist, einer möglichst vielfältigen Nutzergruppe selbstständige, individuelle Mobilität zu ermöglichen. Die größte Herausforderung stellt dabei eine Nutzung durch diejenigen Personen dar, die ein konventionelles Fahrzeug nicht selbstständig benutzen können. Für die selbstständige Nutzung eines Fahrzeug muss eine Person über die dazu erforderlichen Fähigkeiten verfügen. Die Fähigkeiten eines Menschen sind gemäß der von Reschka (2017) angewandten Definition nach Wirtz (2014) maßgeblich für die Leistung, mit der er seine Aktivitäten ausführen kann (Wirtz, 2014). Aktivitäten können in Informationsaufnahmen, Informationsverarbeitungen und Bewegungen unterteilt werden (Wirtz, 2014).

Eine mögliche Einschränkung bei der Informationsaufnahme erfolgt durch eine Sehschwäche. Dadurch kann die betroffene Person keinen Pkw mit vertretbarem Risiko führen. Insbesondere bei Kindern wird davon ausgegangen, dass deren Informationsverarbeitung nicht für eine selbstständige Nutzung eines konventionellen Fahrzeugs ausreicht. Beispielsweise wird ihnen die Fähigkeit aberkannt, zuver-

lässig angemessene Entscheidungen bei der Fahrzeugführung zu treffen.

Weiterhin ist für die Führung eines Fahrzeugs ein Mindestmaß an Beweglichkeit erforderlich, um dieses zu überblicken. Menschen mit eingeschränkter Motorik ist unter Umständen kein selbstständiger Einstieg in ein Fahrzeug möglich. Vorstellbar ist zudem, dass einige Personen, die in ihrem Alltag auf die Nutzung eines Rollators oder Rollstuhls angewiesen sind, nicht über die motorischen Fähigkeiten verfügen, diesen eigenständig in einen konventionellen Pkw einzuladen.

Es wird jedoch die Annahme zugrunde gelegt, dass die potentiell Nutzenden eines autonomen Familienfahrzeugs zumindest über die Fähigkeiten verfügen, am Zielort selbständig den angedachten Aktivitäten nachgehen zu können. Reichen die Fähigkeiten einer Person dazu nicht aus, wäre der Mehrwert eines autonomen Familienfahrzeugs in der Regel nicht gegeben, da weiterhin eine Begleitperson erforderlich wäre. Außerdem können sich durch spezielle Einschränkungen Anforderungen an das Fahrzeug ergeben, die sich nicht praktikabel umsetzen lassen, sodass ein durch ausnahmslos jede Person nutzbares Fahrzeug unrealistisch ist.

Nutzeranforderungen an ein autonomes Familienfahrzeug

Um die Anforderungen an ein autonomes Familienfahrzeug systematisch herleiten zu können, wird zunächst ein Anwendungsfalldiagramm einer begleiteten Fahrt in einem konventionellen Fahrzeug exemplarisch betrachtet. Das Anwendungsfalldiagramm wurde nach den Standards der OMG Unified Modeling Language erstellt (Object Management Group, 2015). Es bildet im weiteren Verlauf die Grundlage für das Ableiten der Anforderungen an ein autonomes Familienfahrzeugs.

Für eine verbesserte Übersichtlichkeit wurde das Anwendungsfalldiagramm in einzelne Diagramme unterteilt. Dabei bezieht sich Abbildung 1 auf die Vorbereitung einer begleiteten Autofahrt. Abbildung 2 beschreibt alle Abläufe während der eigentlichen Fahrt. Da die Abfolge der in den Diagrammen beschriebenen Vorgänge variieren kann, ist die Zuordnung einzelner Tätigkeiten zu einem der Abschnitte einer begleiteten Fahrt nicht immer eindeutig möglich. Dies hat jedoch in diesem Fall keine Auswirkungen auf die Aussage des gesamten Anwendungsfalldiagramms, da zeitliche Abläufe nicht im Blickpunkt der Betrachtungen stehen. Zudem ist anzumerken, dass sich die Vorgänge zum Beginn und zum Ende der

Fahrt derart gleichen, dass im Folgenden auf die explizite Darstellung des Fahrtendes verzichtet wird. Weiterhin können die hier dargestellten Anwendungsfalldiagramme im Einzelfall um zusätzliche Aktivitäten ergänzt werden. Eine spätere Erweiterung der im weiteren Verlauf daraus abgeleiteten Anforderungsliste kann demnach nicht ausgeschlossen werden.

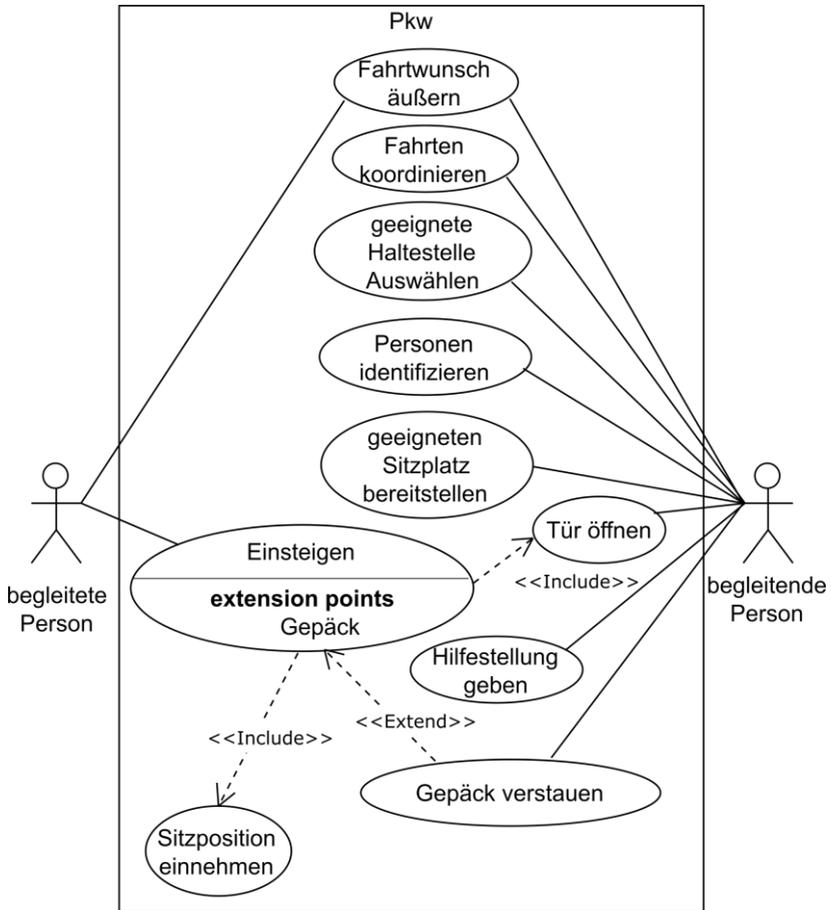


Abbildung 1: Anwendungsfalldiagramm für die Vorbereitung einer begleiteten Fahrt in einem konventionellen Pkw

Primärer Akteur ist eine Person, die aufgrund eingeschränkter Fähigkeiten keinen konventionellen Pkw fahren kann und im Zuge ihrer alltäglichen Handlungen an einen bestimmten Ort gefahren werden möchte. Grundsätzlich ist auch eine gesunde erwachsene Person als primärer Akteur denkbar. Da von ihr jedoch geringere Anforderungen zu erwarten sind als von den Nutzenden mit eingeschränkten Fähigkeiten, erfolgt bei der Funktionsdefinition keine gesonderte Betrachtung einer gesunden erwachsenen Person als primärer Akteur.

Sekundärer Akteur ist eine fahrtüchtige Begleitperson. Bei dem dargestellten Bezugssystem handelt es sich um ein konventionelles Familienfahrzeug, das von der zu begleitenden Person nur durch Unterstützung anderer genutzt werden kann. Es wird angenommen, dass die begleitete Person die Fahrt initiiert, indem sie einen Fahrtwunsch äußert. Die fahrende Begleitperson plant daraufhin die Fahrt unter Berücksichtigung ihrer eigenen Verfügbarkeit und der des Fahrzeugs. Sie stellt vor Fahrtbeginn sicher, dass der Einstieg in das Fahrzeug an einer dafür geeigneten Stelle erfolgen kann und berücksichtigt dabei gegebenenfalls die Wünsche der zu begleitenden Person. Zudem ist es Aufgabe der fahrenden Person, den zu begleitenden Personen einen geeigneten Sitzplatz zur Verfügung zu stellen. Insbesondere körperlich eingeschränkten Personen wird das Öffnen und Schließen der Fahrzeurtüren durch die Begleitperson abgenommen. Personen mit Bewegungseinschränkungen erhalten zudem die für den Einstieg in das Fahrzeug benötigte physische Hilfestellung. Darüber hinaus erfolgt die sichere Verladung der für die Begleiteten schwer zu handhabenden Gegenstände, wie zum Beispiel einer Gehhilfe, ebenfalls durch die Begleitperson.

Die fahrende Person verhindert ein unerlaubtes Betreten des Fahrzeugs durch Dritte. Vor Fahrtbeginn wird durch die fahrende Person sichergestellt, dass sich alle Insassen auf ihren Sitzplätzen befinden und die für sie vorgesehenen Rückhaltesysteme korrekt angelegt haben. Zudem sind geschlossene Türen und eine sichere Verstauung des mitgeführten Gepäcks Voraussetzung für die Abfahrt.

Während der eigentlichen Fahrt wird die fahrende Person nur als Reaktion auf das Verhalten der Insassen in ihrer Rolle als Begleitperson aktiv. So bedient die fahrende Person die für Mitfahrenden unzugänglichen Komfortfunktionen des Fahrzeugs, wie etwa die Klimatisierung, entsprechend der geäußerten Wünsche. Zudem überwacht die fahrende Person den Gesundheitszustand aller Insassen beziehungsweise reagiert auf diesen. Zum Beispiel hält sie ge-

gegebenfalls das Fahrzeug an und leistet Erste Hilfe. Nicht allen Routenwünschen der Insassen leistet die fahrende Person Folge, beispielsweise werden Minderjährige auch gegen ihren Willen zur Schule gefahren. Zusätzlich prüft die fahrende Person vor Freigabe der Türen die Umgebung des Fahrzeugs, um beispielsweise den Zusammenstoß mit einem am Fahrzeug entlangfahrenden Radfahrer zu vermeiden.

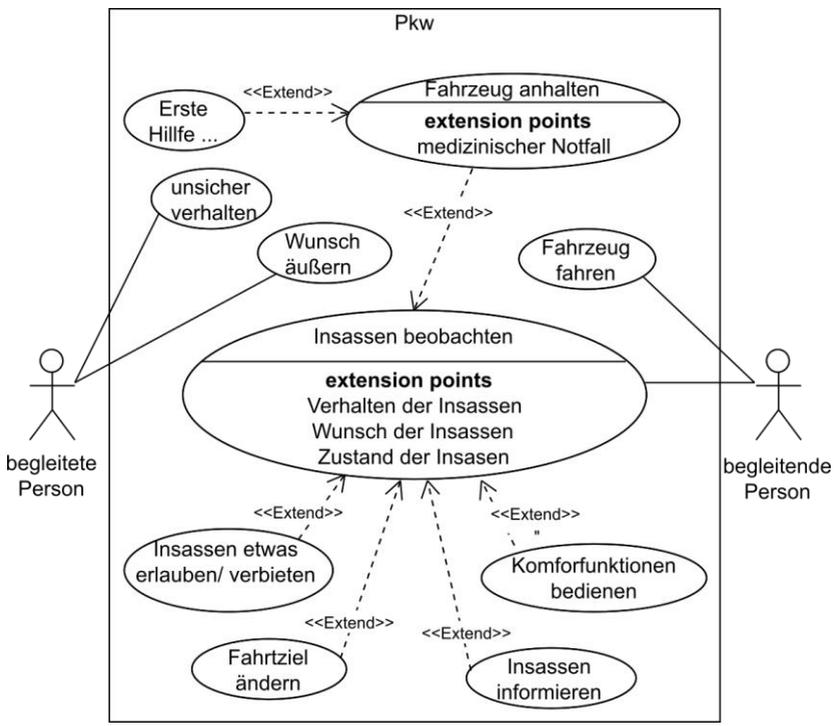


Abbildung 2: Anwendungsfalldiagramm für eine begleitete Fahrt in einem konventionellen Pkw

Entscheidend für die Anforderungen, die von einem autonomen Familienfahrzeug zu erfüllen sind, sind die Fähigkeiten seiner Nutzer. Die Aufgaben, die durch eine in einem konventionellen Fahrzeug erforderliche Begleitperson übernommen werden, bilden dabei einen ersten Anhaltspunkt.

Die in der nachfolgenden Liste angeführten Punkte stellen lösungs-unabhängige Anforderungen an ein derartiges Fahrzeug dar. Es wird dabei angenommen, dass die Nutzenden über die Fähigkeiten der in den Anwendungsfall beschriebenen, begleiteten Person verfügt.

Das Fahrzeug...

- ... ist durch alle Familienmitglieder bestellbar. (1)
- ... plant zeitliche Abfolge der geordneten Fahrten. (2)
- ... wählt geeignete Stelle für Ein- und Ausstieg der Mitfahrenden. (3)
- ... erkennt Identität der Insassen. (4)
- ... bietet geeigneten Sitzplatz für Insassen. (5)
- ... öffnet und schließt Türen automatisch. (6)
- ... kann ohne fremde menschliche Hilfe von allen Familienmitgliedern betreten und verlassen werden. (7)
- ... ermöglicht allen Familienmitgliedern die Verstaueung des im Alltag mitgeführten Gepäcks (einschließlich Gehilfen) ohne fremde Unterstützung. (8)
- ... verhindert Zugriff durch Fremde. (9)
- ... erkennt medizinische Notfälle. (10)
- ... leitet Erste Hilfe ein. (11)
- ... erkennt Fehlverhalten der Insassen. (12)
- ... reagiert auf Fehlverhalten der Insassen. (13)
- ... informiert Insassen über aktuellen Status. (14)
- ... ist von Insassen entsprechend ihrer Rechte zu bedienen. (15)
- ... ist von nicht mitfahrenden Familienmitgliedern entsprechend ihrer Rechte erreichbar. (16)
- ... ermöglicht sicheren Ausstieg der Insassen. (17)

Über diese Anforderungen hinaus ist zu berücksichtigen, dass aufgrund privater Nutzung der *AUTOelfe* die Innenraumanmutung eines Pkws erwartet wird. Hierzu sind unter anderem eine entsprechende Materialauswahl, ein angemessenes Schwingungsverhalten, komfortable Einzelsitze, Ablagemöglichkeiten für persönliche Gegenstände, eine einstellbare Klimatisierung und dem Stand der Technik entsprechende Unterhaltungselektronik erforderlich.

Technische Machbarkeit der Nutzeranforderungen

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt die Funktionen und Eigenschaften eines autonomen Familienfahrzeugs dargestellt wurden,

werden nachfolgend Möglichkeiten zur technischen Umsetzung genannt. Für einige der zuvor aufgeführten Anforderungen bieten sich mehrere Ansätze zur technischen Umsetzung an. Die hier vorgeschlagenen Ansätze stellen die ersten Rechercheergebnisse hinsichtlich verfügbarer Technologien dar.

Grundsätzlich ist eine Bestellung des Fahrzeugs durch alle Familienmitglieder (1) mit Hilfe verschiedenster Medien vorstellbar. Nahelegend ist die Bestellung des Fahrzeugs per Smartphone aufgrund seiner Verbreitung und seines möglichen Funktionsumfangs. Es bietet sich an, die Bedienoberfläche der App wahlweise kinder- oder seniorengerecht zu gestalten. Aufgrund der bisherigen Entwicklungen der Smartphone-Verbreitung (Berenguer et al., 2017) kann angenommen werden, dass in Zukunft ein Großteil der Senioren über ein Smartphone verfügen wird. Bei einer zu starken Beeinträchtigung der Sehfähigkeit bietet sich die Verwendung eines mit einer entsprechenden Sprachsteuerung ausgestatteten Smartphones an. Erfolgt die Bestellung des Fahrzeugs über eine App, liegt die Koordinierung des Fahrzeugs (2) durch einen in diese App integrierten Kalender nahe. Eine Synchronisierung der einzelnen Fahrtbestellungen kann dabei online über die im Projekt vorgesehene Cloud erfolgen (Woo-phen et al., 2018).

Der Halt des Fahrzeugs an einer für das jeweilige Familienmitglied geeigneten Stelle (3) muss bei der Routenplanung des Fahrzeugs Berücksichtigung finden. Dies ließe sich beispielsweise realisieren, indem Anforderungen an eine geeignete Haltestelle in dem Nutzerprofil hinterlegt sind, über das die Fahrt bestellt wird.

Die Identifikation der Personen kann über deren Smartphone erfolgen (4). Im Falle eines Verlustes bietet sich beispielsweise ein Fingerabdrucksensor als Redundanz an. Gleichzeitig kann ein Zutritt durch fremde Personen vermieden werden (9). Da durch die Bestellung des Fahrzeugs per App bekannt ist, welche Mitfahrenden zu erwarten sind, ist eine für die jeweiligen Nutzenden erforderliche Sitzeinstellung vorab möglich (5).

Für die Fahrzeigtüren bietet sich eine Automatisierung an, wie sie von den Türen öffentlicher Verkehrsmittel bekannt ist (6). Durch die vorhandene Umfeldwahrnehmung ist es zudem möglich, Gefahren beim Ausstieg, wie etwa einen längs am Fahrzeug vorbeifahrenden Radfahrer, zu erkennen und die Türen vorübergehend geschlossen zu halten (17). Ein Unterbodenlift ermöglicht auch Personen mit Bewegungseinschränkungen ein selbstständiges Betreten und Verlassen des Fahrzeugs (7).

Durch einen Innenraum mit großer Bewegungsfreiheit, einfach zugänglichen Ablagemöglichkeiten und den bereits erwähnten Unterbodenlift wird allen Familienmitgliedern das selbstständige Einladen, Ausladen und Verstauen von Gepäckstücken im Fahrzeug ermöglicht (8). Von besonderer Bedeutung ist dabei ein Abstellplatz auf dem ebenen Innenraumboden und eine Möglichkeit zur einfachen Sicherung für die zu erwartenden Gegenstände mit schwieriger Handhabung. Dies sind beispielsweise Rollatoren, Kinderwagen oder Rollstühle.

Für die Überwachung des Gesundheitszustands der Insassen ist das Fahrzeug mit einer entsprechenden Sensorik auszustatten (10). Vergleichbare Systeme wurden bereits zur Überwachung von Autofahrern vorgestellt, zum Beispiel von Lee et al. (2007). Im Falle eines erkannten medizinischen Notfalls kann entweder eine im Projekt UNICAR*agil* vorgesehene Leitwarte (Wooopen et al., 2018) kontaktiert werden, die weitere Schritte einleitet (11), oder direkt eine Verbindung zum Rettungsdienst ähnlich dem europäischen eCall-System (Europäische Kommission, 2018) hergestellt werden. Da neben dem Gesundheitszustand der Insassen auch deren Verhalten im Fahrzeuginnenraum überwacht werden soll, bietet sich eine vollständige Innenraumüberwachung mit mehreren Messprinzipien an (12). Wird ein unsicheres Verhalten der Insassen erkannt, wie zum Beispiel ein Verlassen des Sitzes, kann ein akustisches Warnsignal gegeben und unter Umständen ein Anhalten des Fahrzeugs herbeigeführt werden (13).

Zusätzlich zu der Bedienung über die App ist eine Bedienung des Fahrzeugs über einen im Fahrzeug verbauten berührungsempfindlichen Bildschirm möglich (14). Dabei ist ähnlich wie bei der Smartphoneapp eine Freischaltung von Funktionen in Abhängigkeit der Nutzungsrechte der anwesenden Personen möglich (16). Zusätzlich können Familienmitglieder über die ihnen zur Verfügung gestellte App von außerhalb entsprechend ihrer Nutzungsrechte auf das Fahrzeug zugreifen (17).

Anforderungen der Gebrauchssicherheit

Durch die hinzugefügte Automatisierung entstehen zusätzliche Gefahren im Vergleich zu einem konventionellen Pkw. Neben der Fahrfunktion betrifft dies unter anderem die automatisierten Türen und den Unterbodenlift des Fahrzeugs. Darüber hinaus ist zu beachten, dass für einige der Insassen aufgrund eingeschränkter Fähigkeiten zusätzliche Gefahren bei der selbstständigen Fahrzeugnutzung ent-

stehen. Vorstellbar wäre beispielsweise, dass Kinder im fahrenden Fahrzeug umherlaufen, was in einem konventionellen Fahrzeug durch eine Begleitperson unterbunden würde.

Für eine möglichst umfassende Berücksichtigung möglicher Gefährdungen im Fahrzeugbetrieb wird im Zuge des Projekts eine ganzheitliche Sicherheitskonzeption verfolgt. Auf diese Weise wäre zu vermeiden, dass ein Insasse durch die Nutzung des Fahrzeugs unzumutbaren Risiken ausgesetzt wird.

Weitere Anforderungen aus der Automatisierung

Neben der Sicherheit sind auch menschliche Einflussfaktoren beim Einsatz eines autonomen Familienfahrzeugs zu berücksichtigen. Ein Aspekt ist hierbei das Technikvertrauen der Kunden. Dass die Besitzer dem Fahrzeug zutrauen, ansonsten begleitete Personen sicher zu transportieren, ist eine Voraussetzung dafür, dass das beschriebene Fahrzeug einen Mehrwert bringt. Eine Umfrage im Jahr 2018 zeigt, dass einige Menschen nicht bereit dazu sind, ihre Kinder alleine in einem fahrerlosen Fahrzeug mitfahren zu lassen (Herzberger, 2018). Durch eine entsprechende Gestaltung kann diesem Misstrauen entgegengewirkt und eine realistische Erwartungshaltung der Nutzenden erzeugt werden. Es ist andererseits davon auszugehen, dass das Misstrauen durch einzelne Unfälle unverhältnismäßig ansteigen könnte.

Vergleich zu bestehenden Fahrzeugkonzepten

Das hier vorgestellte Fahrzeugkonzept hat den Anspruch, den alltäglichen Mobilitätsbedürfnissen einer Familie aus mehreren Generationen gerecht zu werden. Die sich daraus ergebenden Anforderungen werden durch keines der den Autoren bekannten veröffentlichten Fahrzeugkonzepte erfüllt.

Beispielsweise ist in einige der vorgestellten Fahrzeugkonzepte kein selbstständiger Einstieg für Menschen mit eingeschränkter Beweglichkeit möglich. Dies betrifft unter anderem den von Daimler auf der IAA 2015 vorgestellten *Mercedes F015* (Daimler, 2015) und den auf dem Genfer Automobilsalon 2018 durch Aston Martin präsentierten *Lagonda Vision Concept* (Aston Martin, 2018). Beide Fahrzeuge weisen vergleichsweise sportliche Sitzpositionen auf und erfordern die Überwindung einer Stufe. Letzteres gilt ebenso für den von Volkswagen im Jahr 2017 vorgestellten *Sedric* (Volkswagen, 2018) und für die durch den französischen Hersteller Navya angebotenen Fahrzeuge (Navya, 2018). Darüber hinaus ist bei keinem dieser

Fahrzeuge die sichere Verstaung größerer Gegenstände wie eines Kinderwagens oder Rollators möglich, ohne dass diese eigenständig in das Fahrzeug gehoben werden müssen. Andere Fahrzeuge sind nicht für einen Einsatz als privates Fahrzeug bestimmt, wie zum Beispiel der von Renault auf dem Genfer Automobilsalon 2018 vorgestellte *EZ-GO* (Renault, 2018) oder der von IBM im Jahr 2017 gezeigte *Accessible Olli* (IBM, 2018). Dies kennzeichnet sich beispielsweise durch die insgesamt sehr robust anmutende Innenausstattung der Fahrzeuge. So werden beispielsweise Sitzbänke und Haltegriffe verbaut, die ansonsten in ähnlicher Form in Linienbussen zu finden sind. Funktionen, die die Koordinierung eines Fahrzeugs innerhalb einer begrenzten Nutzergruppe mit individuellen Nutzungsrechten ermöglichen, werden nicht gezeigt.

Fazit und Ausblick

Vorgestellt wurden die ersten Überlegungen zur Konzipierung eines fahrerlosen Fahrzeugs für die Nutzung durch eine Familie mit mehreren Generationen. Aufgrund der Möglichkeit zur selbstständigen Nutzung durch die Familienmitglieder, die zuvor auf eine fahrtüchtige Begleitperson angewiesen waren, stellt dieses Fahrzeugkonzept einen Mehrwert für seine Nutzenden dar. Dazu muss das Fahrzeug so gestaltet werden, dass der Entfall einer Begleitperson kompensiert werden kann. Es wird daher zunächst eine begleitete Fahrt in einem konventionellen Fahrzeug mithilfe eines Anwendungsfalldiagramms betrachtet. Die erforderlichen Nebentätigkeiten der fahrenden Begleitperson werden auf diese Weise erfasst. Im Anschluss daran werden aus den identifizierten Tätigkeiten Anforderungen abgeleitet und Vorschläge zur technischen Umsetzung gemacht. Dabei handelt es sich um die Ergebnisse erster Recherchen zu verfügbaren Technologien.

Für die Realisierung der *AUTOelfe* sind weitere Entwicklungsschritte erforderlich. So bietet sich eine genauere Betrachtung der Fähigkeiten der Nutzer an, um konkrete Mindestanforderungen an ein autonomes Familienfahrzeug herleiten zu können. Im Vergleich zu konventionellen Pkw ergeben sich neue Herausforderungen bei der Gewährleistung der Gebrauchssicherheit. Zum einen ist das Fahrzeug mit zusätzlicher Aktorik ausgestattet, zum anderen ergeben sich für die erweiterte Nutzergruppe der *AUTOelfe* neue Gefahren. Durch die prototypische Umsetzung eines autonomen Familienfahrzeugs im Rahmen des Projektes *UNICARagil* ergibt sich die Möglichkeit, erste praktische Erfahrungen mit der Nutzung eines derarti-

gen Konzeptes zu sammeln. Dies kann mit zunehmender Serienreife fahrerloser Fahrzeuge an Relevanz gewinnen. Es ist anzunehmen, dass Fahrzeughersteller technische Lösungen zur Kompensation des Entfalls einer Begleitperson zeigen werden. Ein Sprachcomputer zur Bedienung des Fahrzeugs, wie von IBM gezeigt (IBM, 2018), ist dabei nur einer von vielen möglichen Lösungsansätzen einzelner Funktionen.

Literatur

- Aston Martin, 2018. Lagonda Vision Concept - A new kind of luxury mobility [Internetquelle]. URL <https://www.astonmartin.com/en/licensees/news/2018/03/06/lagonda-vision-concept---a-new-kind-of-luxury-mobility> (Zugriff am 12.03.2018).
- Berenguer, A., Goncalves, J., Hosio, S., Ferreira, D., Anagnostopoulos, T., Kostakos, V., 2017. Are Smartphones Ubiquitous?: An in-depth survey of smartphone adoption by seniors. *IEEE Consumer Electronics Magazine* 6, S. 104–110. <https://doi.org/10.1109/MCE.2016.2614524>
- Daimler, 2015. Der Mercedes-Benz F 015 Luxury in Motion. [mercedes-benz.com](https://www.mercedes-benz.com) [Internetquelle]. URL <https://www.mercedes-benz.com/de/mercedes-benz/innovation/forschungsfahrzeug-f-015-luxury-in-motion/> (Zugriff am 03.12.2018).
- Europäische Kommission, 2018. eCall: Time saved = lives saved. Digital Single Market [Internetquelle]. URL <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/ecall-time-saved-lives-saved> (Zugriff am 18.12.2018).
- Follmer, R., 2004. Mobilität in Deutschland: Ergebnisbericht (Abschlussbericht). infas: Institut für Angewandte Sozialwissenschaften GmbH; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin), Bonn.
- Herzberger, N.D., 2018. Nutzerbefragung UNICARagil - Ergebnisse, UNICARagil - Nutzeranforderungen. Interne Projektunterlagen UNICARagil, Aachen.
- IBM, 2018. Accessible transportation - IBM Accessibility Research [Internetquelle]. URL <https://www.ibm.com/able/accessible-transportation.html> (Zugriff am 20.11.2018).
- Lee, H.B., Choi, J.M., Kim, J.S., Kim, Y.S., Baek, H.J., Ryu, M.S., Sohn, R.H., Park, K.S., 2007. Nonintrusive Biosignal Measurement System in a Vehicle, 2007. 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Presented at the 2007 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, S. 2303–2306. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2007.4352786>
- Navya, 2018. AUTONOM CAB, The First Robotized cab on the market | Navya [Internetquelle]. URL <https://navya.tech/cab/> (Zugriff am 03.12.2018).
- Object Management Group, 2015. OMG Unified Modeling Language (OMG UML) Version 2.5.

- Renault, 2018. EZ-GO Concept [Internetquelle]. Renault. URL <https://www.renault.de/modellpalette/concept-car/ez-go-concept.html> (Zugriff am 20.11.2018).
- Reschka, A., 2017. Fertigkeiten- und Fähigkeitengraphen als Grundlage des sicheren Betriebs von automatisierten Fahrzeugen im öffentlichen Straßenverkehr in städtischer Umgebung. Technische Universität Braunschweig, Braunschweig.
- Volkswagen, 2018. SEDRIC: Das Auto der Zukunft zum Anfassen [Internetquelle]. URL <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2018/02/sedric-the-future.html> (Zugriff am 03.12.2018).
- Wirtz, A., 2014. Dorsch - Lexikon der Psychologie, 17. Auflage. Verlag Hans Huber, Bern.
- Woopen, T., Lampe, B., Böddeker, T., Eckstein, L., Kampmann, A., Alrifaae, B., Kowalewski, S., Moormann, D., Stolte, T., Jatzkowski, I., Maurer, M., Möstl, M., Ernst, R., Ackermann, S., Amersbach, C., Leinen, S., Winner, H., Püllen, D., Katzenbeisser, S., Becker, M., Stiller, C., Furmans, K., Bengler, K., Diermeyer, F., Lienkamp, M., Keilhoff, D., Reuss, H.-C., Buchholz, M., Dietmayer, K., Lategahn, H., Siepenkötter, N., Elbs, M., v. Hinüber, E., Dupuis, M., Hecker, C., 2018. UNICARagil - Disruptive Modular Architectures for Agile, Automated Vehicle Concepts, 27. Aachen Kolloquium. Aachen.